2

COR.
HON.

ENCICLOPEDIA TEMATICA COMBI ciencia

EDIL

ENCICLOPEDIA TEMATICA

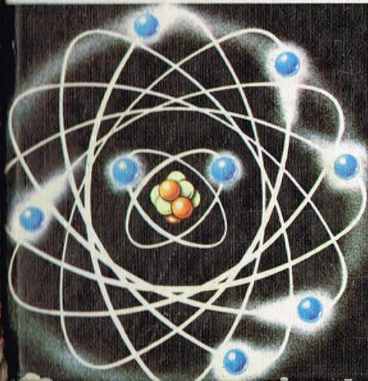
COMBI

ciencia













Depósito Legal: M. 34.555-1987

EDICION ESPECIAL PARA:



ISBN 84-599-2136-0 (Obra completa)
ISBN 84-599-2138-7 (Tomo segundo)
Impreso por: Sucesores de Rivadeneyra, S. A.
Cuesta San Vicente, 28 - 28008 Madrid (España)

Perú 359 P. 6.° OF. 605 BS. AS.

ENCICLOPEDIA TEMATICA COMBI ciencia

2 CORAZON — HONGOS



Editorial Baber s.a.
Muntaner, 81 - Tel. 254 38 83 - Telex 52707 - TRADU-E
08011 BARCELONA

Idea y dirección: SVEN LIDMAN
Idea de las imágenes visualización y maquetas: ERIK MAGNUSSON
Redactor jefe: ANN-MARIE LUND
Dibujantes: BERNT FORSBLAD, BJÖRN GIDSTAM, GUNILLA HANSSON, BERTIL HJERPE, RUNE JOHANSSON, ROLAND KLANG, ALF LANNERBÄCK, SVEN SKÖLD, MILITTA WELLNER, RIGMOR ZETTERBERG
Redactores: HARDY HEDMAN, JAN VON KONOW, SIF KULLERSTRAND, JONAS NAUCLER, INGA SANDSTEDT
Selección fotográfica y producción técnica: TORD PRAMBERG
Consejeros pedagógicos: TAGE NODEMALM: *Director de Instituto,* BENGT DAHLBOM: *Catedrático de Instituto,* SVEN SVENSSON: *Catedrático de Instituto,* NILS SYLVAN: *Catedrático de Instituto,* SIGVARD STRANDH: *Ingeniero,* AXEL JOHANSSON: *Catedrático de Universidad*
Redactores de materias: Astronomía: ULF SINNERSTAD, *Profesor de Universidad;* Biología: SVEN NILSSON, *Doctor en Ciencias;* Economía: ULRICH HERZ, *Doctor en Ciencias Económicas;* Física: BO-GÖRAN PETTERSSON, *Profesor de Universidad,* PER KÖKERITZ, *Licenciado en Física;* Geografía: SVEN-OLOF LINDQUIST, *Licenciado en Filosofía y Letras;* Geología: ANDERS HÄGGBLOM, *Licenciado en Ciencias Biológicas;* Historia: ALF ÄBERG, *Doctor en Filosofía y Letras,* NILS SYLVAN, *Catedrático de Instituto;* Química: HANS G. HANSSON, *Profesor de Universidad;* Arte: CARLO DERKERT, *Conservador de Museos,* BENGT DAHLBÄCK, *Conservador de Museos;* Medicina: CLAES WIRSEN, *Profesor de Universidad;* Lenguas: CLAES-CHRISTIAN ELERT, *Profesor de Universidad;* Técnica: SIGVARD STRANDH, *Ingeniero;* STEN SÖDERBERG, *Escritor.*

EN LA ADAPTACIÓN ESPAÑOLA HAN INTERVENIDO:

JUAN BALAGUÉ, Licenciado en Derecho. VIRGILIO BEJARANO, Profesor de Universidad. JULIÁN BERMELLO, Licenciado en Medicina, Ingeniero. VICENTE CAÑAMARES, Licenciado en Ciencias Químicas, MANUEL CASTILLO, Licenciado en Filosofía y Letras. MÁXIMO CORTINI, Licenciado en Ciencias Económicas. FERNANDO ESPAÑA, Técnico en Máquinas IBM. IGNACIO GAOS, Licenciado en Filosofía y Letras. CARLOS GISBERT, Ingeniero. GLORIA ISERTE, Licenciada en Ciencias Biológicas. JUAN G. LARRAYA, Profesor de Universidad. JUAN P. MARTÍNEZ-RICA, Doctor en Ciencias Biológicas, Miembro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. PEDRO PALOL, Ingeniero. ANTONIO PALUZÍE, Astrónomo. JOSÉ M. PRIM, Escritor. MANUEL RUBIO, Doctor en Derecho. EDMOND VALLÉS, Escritor. JUAN VILALTELLA, Profesor de Universidad, Psicólogo. JOSÉ VILANOVA, Profesor de Matemáticas y Física.

EXPERTOS EN CADA TEMA

CORAZON	1-2	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias
	3-12	CLAES WIRSEN profesor de universidad
CRUSTACEOS	1-4	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias
DIENTES	1-8	ÅKE BRANKE odontólogo
		HANS-ERIK JONSSON odontólogo
DIGESTION	1-12	CLAES WIRSEN profesor de universidad
	1-2	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias
ELEFANTES	1-4	PER-OLOF PALM ayudante de universidad
ENERGIA	1-4	BENGT DAHLBOM catedrático de instituto
ENFERMEDAD	1-4	JAN LINDBERG licenciado en medicina
		CLAES WIRSEN profesor de universidad
ESPECIAS	1-8	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias
	7-8	CLAES WIRSEN profesor de universidad
		TORE WRETMAN
EVOLUCION	1-12	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias
		BJÖRN KURTEN profesor de universidad
FISICA	1-12	BO-GÖRAN PETTERSSON profesor de universidad
FLORES	1-8	SVEN NILSSON doctor en ciencias
FRUTAS Y VERDURAS	1-16	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias
GATOS	1-4	OLLE OLSSON licenciado en ciencias
GEOLOGIA	1-12	ANDERS HÄGGBLOM licenciado en ciencias biológicas
GUSANOS	1-4	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licênciado en ciencias
HERENCIA	1-12	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias
		BJÖRN AFZELIUS profesor de universidad
HIERBA	1-12	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias
		ANDERS HÄGGBLOM licenciado en ciencias biológicas
HOMBRE	1-2	BJÖRN KURTEN profesor de universidad
	3-4	NILS SYLVAN catedrático de instituto
	5-6, 9-12	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias
	7-8	CLAES WIRSEN profesor de universidad
HONGOS Y SETAS	1-8	SVEN NILSSON doctor en ciencias
		OLLE OLSSON licenciado en ciencias

PLANES DE ESTUDIO

BOTANICA

General:	Botánica Plantas Flores Arboles
Evolución:	Vida Célula Herencia Evolución Botánica 1-2
Ecología:	Naturaleza
Medio ambiente:	Naturaleza 1-2 Hierba
Grupos botánicos:	
Bacterias:	Botánica 1-4 Bacterias y virus
Algas:	Botánica 5-6 Algas
Hongos:	Botánica 5-6 Hongos y setas Algas 1
Musgos:	Botánica 7
Pteridofitas:	Botánica 8
Gimnospermas:	Botánica 9 Arboles
Angiospermas:	Botánica 10 Flores
Plantas útiles:	Frutas y verduras Hierba 11-12 Hongos y setas 3-6 Especias Venenos 6, 9 Tabaco

FISICA

General:	Física Atomo Materia Energía
Temas especiales:	Temperatura Luz Magnetismo
Atomo:	Atomo Materia Química Física
Energía:	Energía Física 7-8 Materia
Electro-magnetismo:	Magnetismo Física

MATEMATICAS

Matemáticas

MEDICINA

General:
- Vida
- Célula
- Herencia

Salud y enfermedad:
- Medicina
- Enfermedad
  - Músculos y esqueleto 7-8
  - Piel 7-8
  - Cerebro 11-12
  - Corazón 11-12
  - Pulmones 11-12
  - Digestión 11-12
  - Riñones 3-4
  - Ojo 7-12
  - Oído 7-12
  - Dientes 7-8
  - Bacterias y virus

Cuerpo humano:
- Hombre 7-8 (generalidades y regulación hormonal)
- Músculos y esqueleto
- Piel
- Cerebro
- Corazón
- Pulmones
- Digestión
- Riñones
- Reproducción
- Ojo
- Oído
- Dientes

QUIMICA

General:
- Química
- Atomo
- Materia
- Energía

Temas especiales:
- Aire
- Agua
- Rocas, minerales y tierras
- Alcohol

Materias fundamentales:
- Química 1, 7-8
- Materia 3-4
- Rocas, minerales y tierras 3-4

Atomo:
- Atomo
- Materia
- Química
- Física

Química inorgánica:
- Química 7-8
- Rocas, minerales y tierras 3-4

Química orgánica:
- Química 9-10
- Alcohol

Bioquímica:
- Química 11-12
- Vida
- Célula
- Herencia
- Digestión
- Alimentos 1-4

ZOOLOGIA

General:
- Zoología
- Animales

Evolución:
- Vida
- Célula
- Herencia
- Evolución
- Zoología 1-2

Ecología:
- Naturaleza

Grupos zoológicos:

Animales primitivos:
- Zoología 5-6

Mixomicetos:
- Zoología 7-8

Celentéreos:
- Zoología 7-8

Gusanos:
- Zoología 11-12
- Gusanos

Artrópodos:
- Zoología 11-12
- Crustáceos
- Insectos
  - Abejas y hormigas
  - Mariposas
  - Moscas y mosquitos
- Arácnidos

Moluscos:
- Zoología 11-12
- Moluscos

Equinodermos:
- Zoología 13-14

Procordados:
- Zoología 13-14
- Peces

Vertebrados:
- Zoología 13-14
- Peces
- Reptiles y anfibios
  - Serpientes
- Pájaros y otras aves
  - Aves de corral
- Mamíferos
  - Roedores
  - Ballenas y otros cetáceos
  - Elefantes
  - Animales ungulados
    - Caballo
  - Vertebrados carnívoros
    - Perros
    - Gatos
  - Antropoides
  - Hombre

Animales domésticos:
- Aves de corral
- Caballo
- Perros
- Gatos
- Pájaros y otras aves 14
- Peces 13-14
- Roedores 2

Anatomía comparada:
- Animales 1-2
- Músculos y esqueleto 1-2
- Piel 1-2
- Cerebro 1-2
- Corazón 1-2
- Pulmones 1-2
- Digestión 1-2
- Riñones 1
- Reproducción 1-4
- Ojo 1-2
- Oído 1-2
- Dientes 1-2

CORAZON

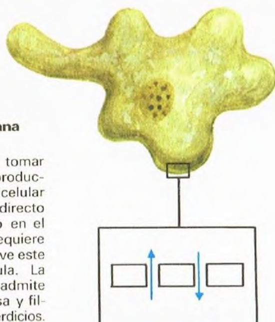
El sistema circulatorio en los animales pluricelulares

Todos los alimentos que necesitan las células de los organismos y los residuos que éstas dejan son transportados por un medio líquido. Los organismos *unicelulares* no precisan de sistema circulatorio, ya que están rodeados de agua. Pero los *pluricelulares,* provistos de tejidos, deben resolver el problema de llevar agua circulante a las células más alejadas de la superficie.

En los animales cuya pared del cuerpo se compone de pocas células, p. ej., la hidra, la *cavidad general* puede actuar como canal digestivo y órgano circulatorio. En otros animales inferiores con tejidos más compactos, el *líquido* del cuerpo que rodea las células puede ceder alimentos y recoger los residuos. Pero este transporte es lento. En los animales mayores debe completarse de un modo más rápido. Se requiere una red de tubos gracias a la cual el transporte desde el exterior hasta las células individuales pueda realizarse en pocos segundos.

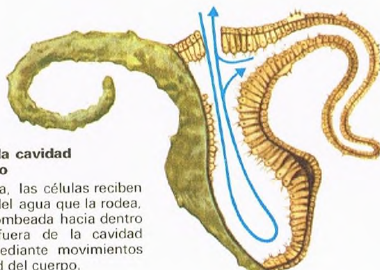
No es preciso que el *sistema circulatorio* sea cerrado. El líquido –en los seres superiores suele llamarse sangre– que circula por los tubos puede bombearse directamente en los espacios que rodean los tejidos y recogerse más tarde en una especie de red de drenaje. En cambio, en las especies superiores el sistema circulatorio suele ser cerrado.

Para que el transporte sea eficaz, el líquido ha de circular sólo en cierto sentido. En las especies inferiores, la corriente es dirigida por los *movimientos del cuerpo* del animal, pero en animales más evolucionados observamos una especialización en los distintos puntos del sistema: *las paredes de los tubos* pueden encogerse rítmicamente, las válvulas impiden que el líquido retroceda, etcétera. Algunas especies tienen varias estaciones de bombeo, como la lombriz de tierra. Incluso la lamprea –un animal tan superior dentro de los vertebrados primitivos– tiene varios "corazones". En los demás vertebrados sólo una porción del sistema actúa como una bomba: primero un *corazón de dos cavidades* muy simple, luego uno más complicado de *tres cavidades* y, por fin, en los grupos más elevados, el de *cuatro cavidades.* En el corazón de los mamíferos la sangre tiene dos movimientos circulatorios: uno para su oxigenación y otro para el transporte de alimento al cuerpo y eliminación de los residuos. ¡El feto humano pasa por todos estos estadios durante su desarrollo!



A través de la membrana de la célula

Cada célula viva ha de tomar alimento y desechar los productos residuales. La unicelular amiba está en contacto directo con el alimento disuelto en el agua. Por tanto, no se requiere ningún dispositivo que lleve este alimento hasta la célula. La membrana de la célula admite las sustancias que precisa y filtra hacia afuera los desperdicios.



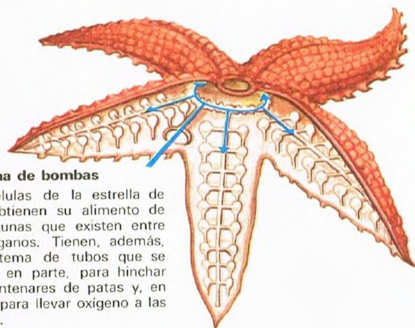
Agua en la cavidad del cuerpo

En la hidra, las células reciben alimento del agua que la rodea, que es bombeada hacia dentro y hacia fuera de la cavidad interior mediante movimientos de la pared del cuerpo.



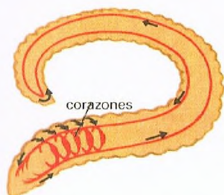
Sistema de tubos

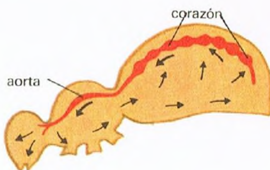
En los animales más complejos existen varias soluciones al problema de la circulación. Los platelmintos tienen un intestino ricamente ramificado que llega a todas las partes del cuerpo y puede, por tanto, ocuparse de la distribución de alimento y de la digestión.

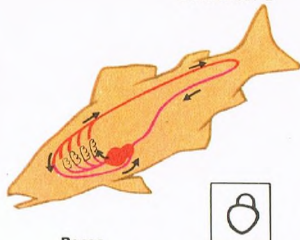


Sistema de bombas

Las células de la estrella de mar obtienen su alimento de las lagunas que existen entre los órganos. Tienen, además, un sistema de tubos que se utiliza, en parte, para hinchar sus centenares de patas y, en parte, para llevar oxígeno a las células.







Anélidos

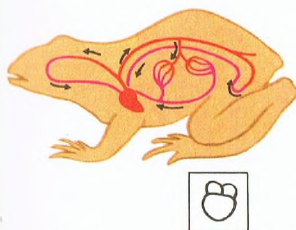
Los anélidos, como la lombriz de tierra, tienen un sistema vascular cerrado que se ocupa del transporte de alimento, oxígeno y productos residuales. La sangre es empujada por contracciones rítmicas de ciertos vasos mayores que actúan como una especie de corazón.

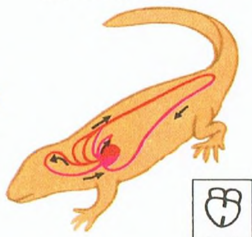
Insectos

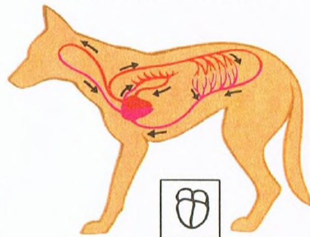
En los insectos, los transportes de oxígeno y de alimentos son independientes. El oxígeno les llega al cuerpo a través de finos tubos: las tráqueas. La sangre lleva el alimento, impulsada por el vaso dorsal, del que sale a través de una arteria y luego baña los órganos.

Peces

El corazón de los peces es una "bomba de dos tiempos"; posee dos cámaras. La aurícula recoge la sangre del cuerpo, pobre en oxígeno (púrpura), y la lleva hasta el ventrículo, que la empuja después hacia las branquias. Allí se oxigena y se dirige nuevamente al cuerpo.







Batracios

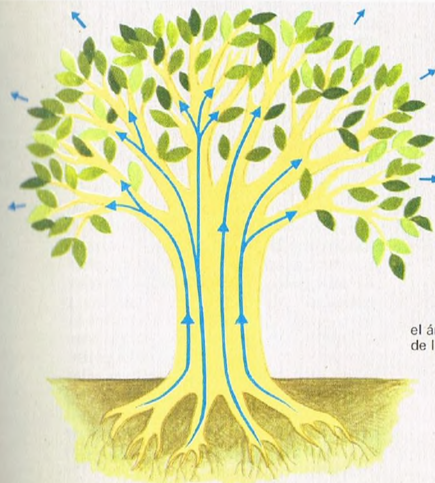
El corazón con tres cámaras de los batracios tiene dos aurículas. La izquierda recoge la sangre oxigenada, y la derecha, la pobre en oxígeno. Pese a que sólo hay un ventrículo, la estructura del corazón y de sus vasos es tal que casi no se mezclan ambas sangres.

Reptiles

En los reptiles el ventrículo se encuentra dividido por medio de un tabique incompleto. Por consiguiente, la circulación pulmonar y la corporal no están separadas por completo. Ello hace que la sangre pobre en oxígeno y la oxigenada se hallen mezcladas en parte.

Mamíferos

Los mamíferos tienen un corazón con cuatro cámaras. La sangre del cuerpo llega a la aurícula y al ventrículo derechos, y de allí, va a los pulmones para oxigenarse. Luego se dirige hacia la aurícula y ventrículo izquierdos, desde donde es devuelta al cuerpo.

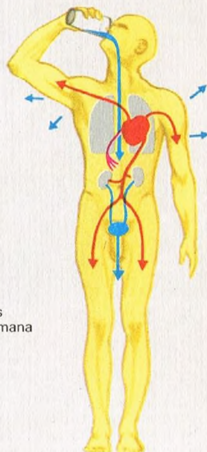


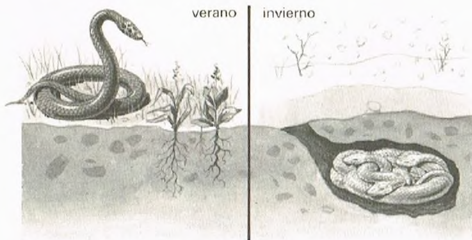
El agua en la circulación

Tanto las plantas como los animales, para el transporte de alimentos y residuos, gastan grandes cantidades de agua en sus sistemas circulatorios. Por tanto, el agua debe reponerse constantemente. Las plantas la absorben por medio de las raíces, para reponer la que se evapora por las hojas. El agua del cuerpo humano se cambia totalmente cada dos semanas y se elimina a través de los riñones, la piel y los pulmones, en tanto es absorbida por la sangre a través del tubo digestivo.

el árbol, cientos de litros por semana

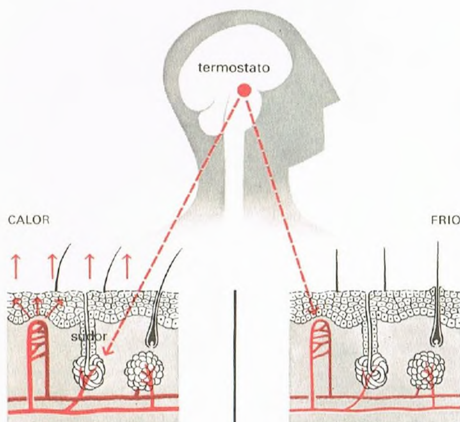
el hombre, unos 20 litros por semana





Calor variable

El sistema vascular funciona también como conductor calorífico. Pero en los animales inferiores, desde los reptiles hacia abajo no existe ningún "termostato" que incremente la combustión cuando hace frío o la emisión de calor cuando hace calor. La temperatura de estos animales –y, por tanto, su vitalidad– varía con el medio ambiente. Con el calor del verano una serpiente puede morir de fiebre. En invierno, sumida en perezoso sopor, todas sus funciones trabajan al mínimo.





Calor constante

En aves y mamíferos hay un centro en el cerebro desde el cual se regula la temperatura y se dirigen los reflejos de acondicionamiento térmico: para refrescar la piel, la evaporación del sudor, p. ej., absorbe calor de los vasos sanguíneos superficiales; ante el frío se aumenta el metabolismo, p. ej. en los músculos (se tirita); los pelos se ponen de punta y los vasos de la piel se contraen para disminuir la pérdida de calor. El hombre, por carecer de pelo, no resiste tan bien el frío.

La sangre es más espesa que el agua

Se dice que "la sangre es más espesa que el agua" para indicar que el parentesco pesa más que otras consideraciones. Pero también es literalmente cierto. Al ser un medio de transporte en un sistema circulatorio muy complejo, el líquido sanguíneo se carga de sustancias que no se encuentran normalmente en el agua.

En cuanto a las *sales*, la sangre se asemeja al agua del mar, y lo mismo ocurre con el líquido de los tejidos, con el que la sangre está en equilibrio salino. Este equilibrio es muy importante para el trabajo celular. El funcionamiento del corazón, los músculos y los nervios depende, p. ej., de que el contenido de potasio y de calcio se mantenga casi constante.

Tanto el *oxígeno* como el *dióxido de carbono* se disuelven en el plasma sanguíneo. Pero la cantidad de oxígeno que puede disolverse por sí mismo en este líquido no es suficiente para el metabolismo de las especies superiores. Por tanto, hay en su sangre sustancias especiales que retienen el oxígeno y además dan a la sangre su color. Muchos invertebrados, p. ej. los caracoles, tienen *hemocianina*, sustancia azul que contiene cobre. Los vertebrados poseen un pigmento rico en hierro y de color rojo, la *hemoglobina*. En los invertebrados, las sustancias que retienen el oxígeno están disueltas en el plasma sanguíneo. En los vertebrados se hallan protegidas en células especiales: los *glóbulos rojos* que transportan el oxígeno por el cuerpo. En la sangre oxigenada son de color rojo claro pero, cuando pierde el oxígeno, la hemoglobina adquiere un color más oscuro y absorbe dióxido de carbono de los tejidos. La mayor parte de éste es transformada, gracias a una enzima especial de los glóbulos rojos, en bicarbonato soluble que no plantea ningún problema de transporte. La oxigenación de la hemoglobina es rápida y fácil.

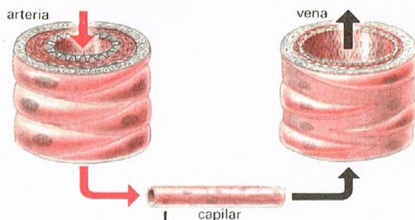
Entre los *glóbulos blancos* hay "soldados" que destruyen las bacterias y partículas extrañas que hayan entrado en la sangre y los tejidos. Otros contienen proteínas especiales, los llamados *anticuerpos* que, al ser liberados, pueden neutralizar las toxinas de bacterias y virus. Entre las numerosas *proteínas de la sangre* hay sustancias que retienen agua de modo que el plasma sanguíneo no fluya a los tejidos. Si baja el nivel de proteínas, p. ej. debido al ayuno, pueden hincharse los tejidos a causa del agua que ha penetrado procedente de la sangre (hidropesía del hambre o kwashiorkor).

La sangre como medio de transporte

La sangre transporta una gran cantidad de sustancias desde y hacia los tejidos:

1. Gases: se envía oxígeno hacia los tejidos y se extrae de ellos el dióxido de carbono, gracias a la hemoglobina de los glóbulos rojos. El dióxido de carbono está disuelto también en el plasma sanguíneo, al igual que otros gases, p. ej. el nitrógeno del aire.
2. Sustancias solubles en agua: proteínas e hidratos de carbono, hormonas, vitaminas solubles y sales varias.
3. Sustancias de poca o ninguna solubilidad: principalmente grasas, bien en forma de gotas finas (como en la leche) o unidas a las proteínas.

Además, hay que poder enviar rápidamente a los distintos "campos de batalla" del cuerpo células con misiones de defensa contra las infecciones: los glóbulos blancos o leucocitos.



Sistema de conducciones

La sangre sale del corazón por conductos robustos, con paredes dotadas de músculos: las arterias. Estas se ramifican en capilares, o sea, una tupida red de conductos finos y de paredes delgadas. El transporte de retorno al corazón se realiza por vasos más gruesos: las venas.

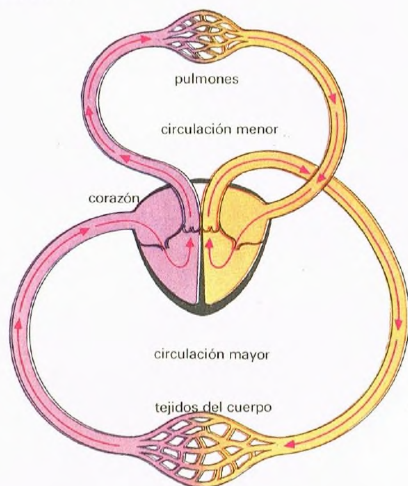
Red capilar

Abajo: A través de las delgadas paredes permeables de los capilares, la sangre reparte oxígeno, alimento y agua al líquido de los tejidos que rodea a las células, así como absorbe los productos de desecho de la combustión y el dióxido de carbono. También a través de los capilares pueden penetrar en los tejidos infectados los glóbulos blancos.

oxígeno
alimento (proteínas, hidratos de carbono, grasas, etc.)
hormonas
vitaminas
sales

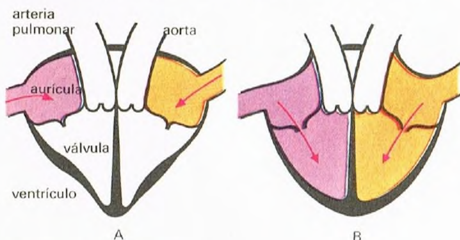
productos de la combustión
dióxido de carbono

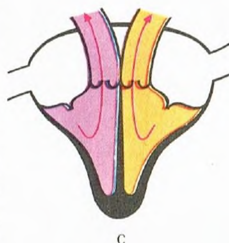
CAPILAR ARTERIAL
CAPILAR LINFATICO
CAPILAR VENOSO
célula
agua
productos de la combustión
bacterias
leucocito sanguíneo
oxígeno
dióxido de carbono
glóbulo rojo sanguíneo portador de oxígeno
sustancias alimenticias
leucocito sanguíneo



Sistema de bombeo

Nuestro corazón, con cuatro cámaras, tiene una aurícula y un ventrículo a cada lado. Ambos lados funcionan como dos bombas de presión sincronizadas, enviando sangre a dos sistemas circulatorios distintos. La mitad derecha, a través del llamado sistema circulatorio menor, bombea la sangre pobre en oxígeno hasta los pulmones, para oxigenarla. La mitad izquierda envía la sangre oxigenada al sistema circulatorio mayor, es decir, hacia el cuerpo. (Como vemos las imágenes de frente, aparece la mitad derecha del corazón a la izquierda, y viceversa.)





Método de trabajo

Entre la aurícula y el ventrículo, así como entre el ventrículo y las arterias pulmonares y corporales, hay válvulas que impiden el retorno de la sangre. En la fase de llenado del corazón entra la sangre a través de las aurículas (A). En la de vaciado, se contraen las aurículas y se vacían, con lo que la sangre fluye a través de las válvulas abiertas hasta los ventrículos (B). Cuando a continuación comienzan los ventrículos a contraerse, se cierran las válvulas entre aurícula y ventrículo (primer sonido cardíaco), mientras se abren las válvulas de salida de los ventrículos (C). Entonces se relajan los ventrículos y las válvulas de salida se cierran (segundo sonido cardíaco).

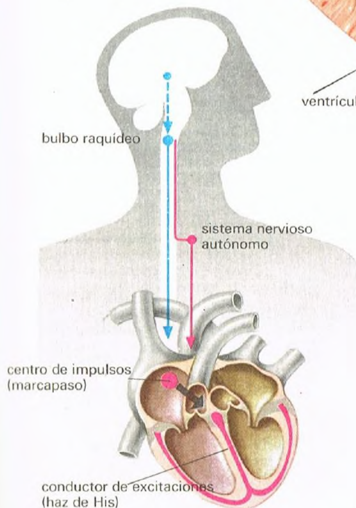
El corazón

El corazón es una máquina de bombeo muy resistente. Pero no trabaja ininterrumpidamente. La contracción no dura más que 1/3 del tiempo de cada latido. Durante los 2/3 restantes se llena la cavidad cardíaca con nueva sangre y la musculatura permanece relajada. Es muy importante que el corazón no descanse más que un breve lapso cada vez. Si el cerebro no recibe sangre fresca y oxigenada, se perturba su funcionamiento y se pierde el conocimiento en pocos segundos. El cerebro sólo puede soportar, sin dañarse definitivamente, unos minutos de detención cardíaca, a la temperatura normal del cuerpo. Si una intervención en el corazón requiere que se detenga durante más tiempo la circulación del paciente, hay que enfriar su cuerpo para que disminuya la necesidad de oxígeno de los tejidos.

Ingeniosos mecanismos reguladores adaptan el bombeo del corazón a las necesidades del cuerpo. El latido cardíaco se origina en un centro de impulsos (nódulo senoauricular) sito en la pared de la aurícula derecha; luego es conducido a la aurícula izquierda, siendo estimulados a continuación los ventrículos. Si el corazón no está influido exteriormente, la velocidad de los latidos (número de pulsaciones) es de unos 70 por minuto. Pero la producción de impulsos es regulada también por los dos sistemas nerviosos autónomos del cuerpo (independientes de la voluntad). El sistema nervioso simpático, que actúa cuando uno se esfuerza o se emociona, acelera el pulso y puede aumentar las pulsaciones hasta 180-190. Durante el sueño predomina el sistema parasimpático, que hace más lento el pulso.

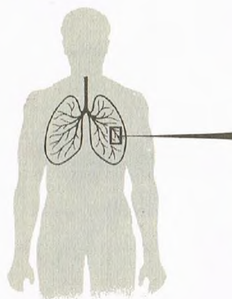
El latido del corazón puede a veces originarse en un punto que no sea el nódulo senoauricular. Tras una comida copiosa, después de fumar, de tomar café fuerte, etcétera, el corazón puede dar un latido extra, un "extrasístole", seguido eventualmente de una pausa más larga (cuando el impulso ordinario llega, no influye en la musculatura que, tras los extrasístoles, queda brevemente inhibida). En un individuo sano, esto no es peligroso. Ya que la musculatura cardíaca se contrae con tanta más fuerza cuanto más se dilata al llenarse el corazón, el efecto de bombeo se adapta automáticamente a la cantidad de sangre que vuelve a aquél. Sin embargo, si el pulso es muy rápido, el corazón no tiene tiempo de llenarse. Lo mismo sucede cuando el pulso es demasiado lento: los demás tejidos reciben poca sangre. La adaptación, por tanto, tiene también sus límites.

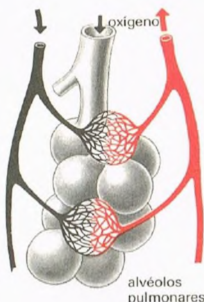
vena cava superior
aorta
hacia el cuerpo
hacia el pulmón izquierdo
hacia el pulmón derecho
arteria pulmonar
desde el pulmón derecho
desde el pulmón izquierdo
aurícula derecha
válvula de la arteria pulmonar
aurícula izquierda
músculos de la aurícula
válvula de la aorta
válvula de la aurícula derecha
válvula de la aurícula izquierda
arteria coronaria
vena cava inferior
ventrículo izquierdo
ventrículo derecho
músculos del ventrículo
pericardio (corte)



Anatomía del corazón

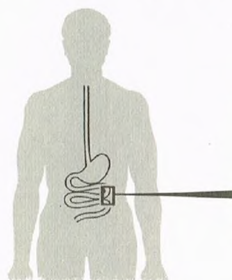
El corazón, de un tamaño aproximado al puño de su propietario, es un músculo hueco que impulsa entre 5 y 30 litros de sangre por minuto. Está rodeado por el pericardio, con una capa de líquido lubricante entre ambos. La pared del músculo es más espesa en el ventrículo izquierdo, que hace el trabajo más duro. En la superficie del corazón se ven las arterias coronarias, que suministran al músculo cardíaco sangre oxigenada. En la aurícula derecha desembocan las venas cavas superior e inferior; en la izquierda, las venas pulmonares. El ventrículo derecho bombea la sangre hacia la arteria pulmonar, que se ramifica en cada pulmón. Del ventrículo izquierdo parte la sangre a la gran arteria corporal (aorta). Para que el impulso de los latidos llegue con el ritmo adecuado a las fibras musculares, hay un sistema particular de fibras musculares especializadas, el llamado haz de His, que recoge la onda de contracción de la aurícula y la lleva hasta la punta del corazón, donde comenzará la contracción de los ventrículos. Al deteriorarse este conductor de excitaciones, los distintos sistemas musculares de ventrículos y aurículas laten a distinto ritmo (bloqueo cardíaco) y se perturba el funcionamiento. Desde un "centro cardíaco" en el bulbo raquídeo se gobierna y regula la velocidad de los latidos.

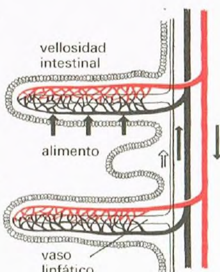




Intercambio de gases

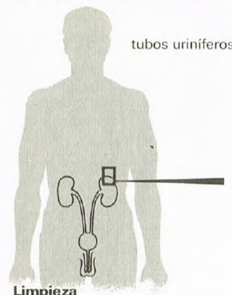
En las cavidades de los pulmones —los alvéolos— sólo una capa de células separa del aire inspirado la pared de los capilares. Por ello, el oxígeno pasa fácilmente a la sangre, la cual a su vez cede el dióxido de carbono y vapor de agua al aire espirado. La sangre venosa es más oscura que la oxigenada (en negro y en rojo, respectivamente, en el dibujo).

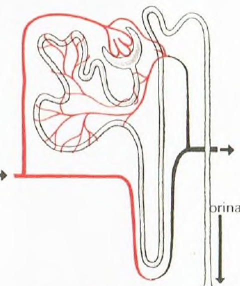




Absorción de alimentos

Los alimentos son absorbidos por las células de las vellosidades intestinales. Las proteínas (en forma de aminoácidos), los hidratos de carbono (en forma de azúcares simples) y las sales son vaciados en los capilares para su ulterior transporte al hígado por medio de la sangre. Las grasas (en forma de gotitas) dan un rodeo hacia la sangre, a través de los vasos quilíferos (que aparecen en la figura), y de las grandes vías linfáticas.





Limpieza

La sangre deposita en los riñones las sustancias de desecho. Cerca del 20% del líquido sanguíneo es impulsado a través de 2 millones de pequeños apelotonamientos de capilares y de unas cápsulas de delgadas paredes que los rodean y de las que nace ùn sistema de conductos muy ingenioso. Por estos conductos, la sangre recupera sustancias útiles y el 99% del agua filtrada. El resto se elimina en forma de orina.

Nuestra circulación sanguínea

El cuerpo de un adulto contiene cerca de 40 l de agua; de ellos, 25 están en las células, 12 entre ellas (como plasma intersticial) y 3 en la sangre (como plasma sanguíneo). Dos litros de agua celular corresponden a los glóbulos sanguíneos. El volumen de sangre de un adulto es, por tanto, de unos 5 litros. Pero esos 5 l no son bombeados en un sistema rígido y cerrado. Los vasos varían constantemente de volumen y una parte de ellos tiene fugas. Las arterias y las venas pueden dilatarse y encogerse; las entradas y salidas de las redes venosas locales se abren y se cierran. En las redes capilares, en las que tenemos siempre cerca del 5% de nuestra sangre, están las fugas; a través de las paredes de los capilares pasa la sangre, de modo que el plasma sanguíneo, el intersticial y el agua celular mantengan un constante equilibrio. Se calcula que toda el agua del plasma (3 l) se cambia una vez por minuto. Podemos apreciar fácilmente estas fugas. Si se está de pie mucho tiempo, se acumula la sangre en las piernas. El aumento de presión en sus capilares puede entonces hacer salir de ellos cerca de un litro de sangre y la parte inferior de la pierna se hincha hasta que el aumento de presión en los tejidos detiene el paso. En un enfermo cardíaco la sangre se acumula en los pulmones, el líquido penetra en el tejido pulmonar e impide la respiración.

Los tejidos reciben más sangre cuando trabajan que cuando descansan. Pero si una red venosa se dilata, debe contraerse otra. Por esta razón tenemos reservas de sangre en las venas, vasos pulmonares, bazo e hígado. Gracias al entrenamiento, el corazón se hace más fuerte, y aumenta la capacidad del sistema vascular para distribuir rápidamente la sangre, lo que es vital para mantener el suministro adecuado.

El mecanismo ès de importancia decisiva: la palidez en caso de pérdida de sangre indica que los vasos se han encogido para enviar al corazón la sangre que resta. Si se relajan las venas (p. ej., por una emoción), se da uno cuenta del significado de la distribución de la sangre: el paciente se desmaya. Los receptores de la aorta y las carótidas nos indican si la presión sanguínea ejercida sobre las paredes de los vasos es suficiente para que llegue sangre al cerebro.

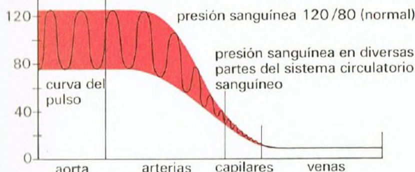
El movimiento circulatorio cerrado de la sangre fue expuesto en 1628 por el médico inglés William Harvey; el médico y teólogo español Miguel Servet había descrito ya, en 1533, la circulación pulmonar de la sangre.

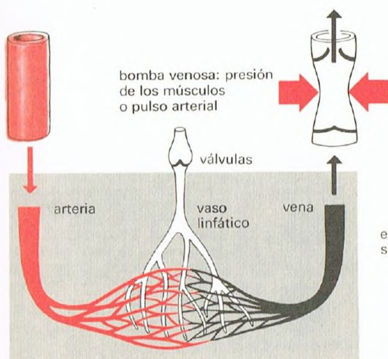
Circulación sanguínea y presión sanguínea

Para circular con rapidez a través de los capilares, la sangre ha de bombearse a una cierta presión. La presión sanguínea se debe a la fuerza de los latidos del corazón y a la resistencia de las arterias. La fuerza de los latidos es mayor cuando las venas se contraen; la resistencia crece si las arterias se estrechan. Todo ello lo dirige el sistema nervioso autónomo.

Bomba venosa

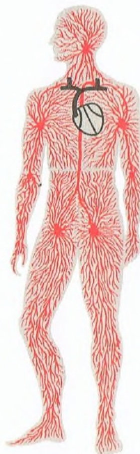
La presión en las venas es demasiado baja para hacer volver la sangre al corazón. Por ello, las del tronco y extremidades tienen válvulas que impiden a la sangre fluir en sentido inverso. Muchas venas principales tienen al lado una arteria: cuando la onda arterial llega, comprime la vena y empuja la sangre venosa hacia el corazón. Las contracciones musculares del cuerpo tienen un efecto semejante.





Linfa y vasos linfáticos

La linfa es el líquido de los tejidos que se reúne en los finísimos conductos de drenaje de los capilares linfáticos para volver, una vez limpio, a la sangre. Los vasos linfáticos y las venas poseen válvulas. La linfa, por ello, sólo puede circular en un sentido: hacia afuera de los tejidos. La vena subclavia izquierda es la principal entrada, para la linfa, en la circulación sanguínea (véase figura de la derecha). En su camino, la linfa pasa por una serie de estaciones o ganglios linfáticos. En estos ganglios hay células que limpian de bacterias y de células muertas a la linfa; aquí tenemos una defensa permanente contra la extensión de las infecciones. También se forma aquí un tipo de glóbulos blancos, los linfocitos, así como las llamadas células reticuloendoteliales. Ambos tipos de células forman anticuerpos contra las células ajenas al organismo y contra las infecciones.



cerebro

el pulso se siente aquí

hígado

pulmón

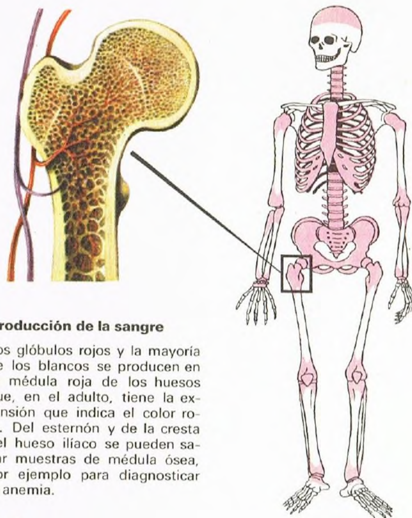
bazo

riñón

el pulso se siente aquí

el pulso se siente aquí

las grandes vías sanguíneas



Producción de la sangre

Los glóbulos rojos y la mayoría de los blancos se producen en la médula roja de los huesos que, en el adulto, tiene la extensión que indica el color rojo. Del esternón y de la cresta del hueso ilíaco se pueden sacar muestras de médula ósea, por ejemplo para diagnosticar la anemia.

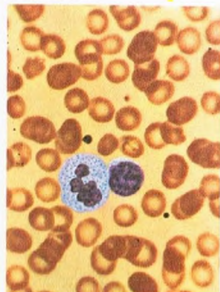
El jugo de la vida

Una hemorragia importante pone en peligro la vida. El organismo sufre un colapso cuando no funciona el transporte de oxígeno, alimentos, desperdicios o agua. Desde el punto de vista médico, la palabra "sangre" tiene también otro significado. La sangre llega a todos los órganos. Refleja en su composición el funcionamiento de las células del cuerpo sano o enfermo. La simple extracción de unos cuantos gramos de sangre puede proporcionar una importante información acerca del estado general del organismo. En el líquido sanguineo se investiga, p. ej., el nivel de glucosa, o la formación de albúmina, y se cuentan los glóbulos sanguíneos. Un número bajo de glóbulos rojos puede denotar un mal funcionamiento de la médula ósea. Si además el contenido de hemoglobina en la sangre (valor globular) es bajo, se trata de una anemia. Un bajo valor globular y una cantidad normal de glóbulos rojos significa que la producción de hemoglobina es escasa, generalmente por carencia del hierro que forma sus moléculas. El cuerpo economiza bastante el hierro. Cuando

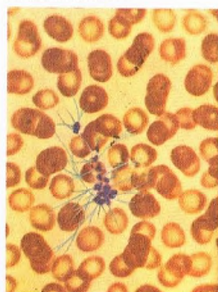




sangre fluida



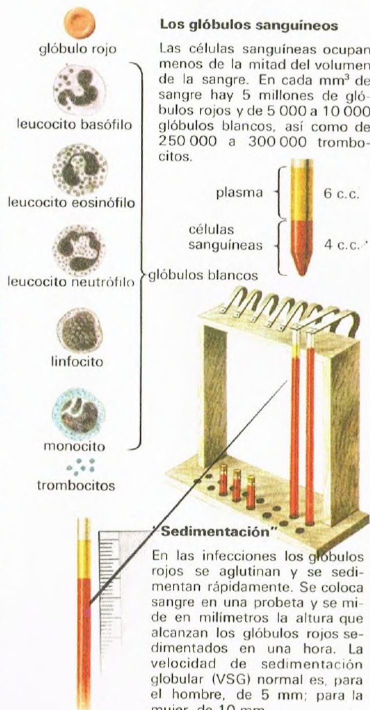
sangre coagulada



Composición de la sangre

La sangre es un tejido líquido cuyas células fluyen libremente en el plasma sanguíneo. La imagen superior muestra el aspecto de una delgada capa de sangre, vista al microscopio. Las células han sido coloreadas para poder diferenciar los distintos tipos. Vemos dos glóbulos blancos: un leucocito y un linfocito.

En la imagen de la derecha, la sangre ha comenzado a coagularse. De un grupo de plaquetas (trombocitos) comienzan a crecer fibrillas. La coagulación es un proceso complicado: 13 factores diferentes están implicados en ella y la etapa final es una conversión de la proteína llamada fibrinógeno, en largos hilos de fibrina. Otras proteínas sanguíneas importantes son los anticuerpos contra diversas infecciones y la albúmina que fija el agua de modo que el plasma sanguíneo no se pierda en los tejidos. En la sangre hay también un sistema de factores de anticoagulación que detienen la coagulación cuando ha cesado la hemorragia y se ha tapado la fuga. El plasma sin fibrina se llama suero.



Los glóbulos sanguíneos

Las células sanguíneas ocupan menos de la mitad del volumen de la sangre. En cada mm³ de sangre hay 5 millones de glóbulos rojos y de 5 000 a 10 000 glóbulos blancos, así como de 250 000 a 300 000 trombocitos.

"Sedimentación"

En las infecciones los glóbulos rojos se aglutinan y se sedimentan rápidamente. Se coloca sangre en una probeta y se mide en milímetros la altura que alcanzan los glóbulos rojos sedimentados en una hora. La velocidad de sedimentación globular (VSG) normal es, para el hombre, de 5 mm; para la mujer, de 10 mm.

Donante de sangre

La sangre es uno de los pocos tejidos que puede darse directamente a otros individuos (con tal de que coincida el grupo sanguíneo). Un donante de sangre da normalmente cada vez unos 4 dl. de sangre, con pausas de algunos meses. La sangre se conserva luego esterilizada en "bancos de sangre" refrigerados.



banco de sangre

Transfusión de sangre

La palabra transfusión de sangre se refiere, en realidad, a la entrega directa de sangre por el donante al receptor. Hoy en día, rara vez el donante está presente. La sangre fluye a la vena desde un recipiente. Si hay pérdidas importantes de sangre, puede hacerse la transfusión en una arteria.

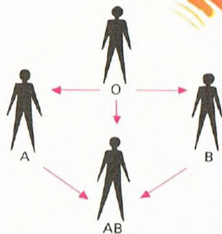


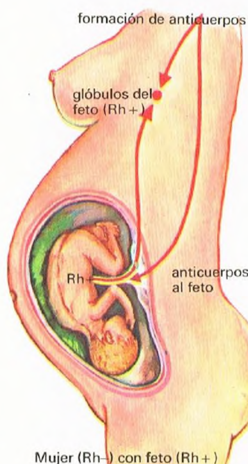


los glóbulos rojos se destruyen en el bazo tras unos 120 días de vida, el hierro se recoge y se lleva a la médula ósea para entrar en la hemoglobina de nuevos glóbulos rojos. La pérdida es, sin embargo, inevitable.

Un aumento en el número de glóbulos blancos indica que el sistema de defensa contra la infección ha sido movilizado. Las proporciones entre los diversos tipos de glóbulos pueden ser una buena indicación para la diagnosis. Los trombocitos (plaquetas) son esenciales para la coagulación de la sangre. Se rompen junto a la menor lesión de una pared arterial o venosa y comienzan a liberar tromboquinasa. El mecanismo de coagulación de la sangre se pone en marcha, la fuga se tapa, y se detiene la hemorragia. La hemofilia se debe a la carencia hereditaria de alguno de los factores de coagulación. Un aumento de la capacidad de coagulación es también peligroso: coágulos de sangre pueden obstruir vías importantes, p. ej., la coronaria del corazón (infarto de miocardio).

La expresión "ser de la misma sangre" es válida, en gran medida, respecto a los grupos sanguíneos, que son hereditarios. Además de A, B, y **Rh,** hay otros sistemas de grupos sanguíneos que tienen importancia, p. ej., en la prueba sobre la paternidad (por la que es posible negar su existencia, pero no afirmarla). También en la moderna investigación sobre las razas son de gran utilidad los análisis de los grupos sanguíneos.





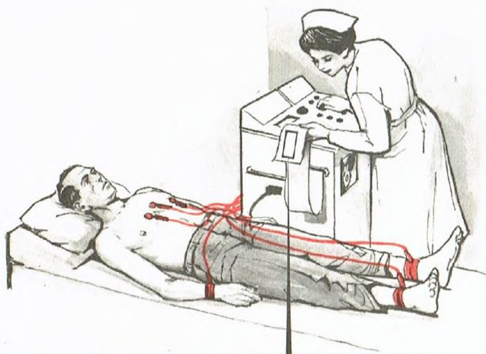
Mujer (Rh–) con feto (Rh+)

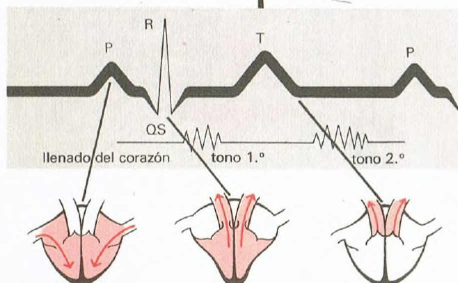
Grupos sanguíneos

No se puede dar así como así sangre, sin discriminación, de una persona a otra. Los glóbulos rojos tienen, en su superficie, ciertos factores llamados de grupo sanguíneo, denominados A, B, los dos (AB) o ninguno (0). En el suero hay también anticuerpos contra los factores de grupo sanguíneo que faltan: p. ej., A tiene anticuerpos anti-B, y así sucesivamente. O es, por tanto, donante universal, ya que sus glóbulos no pueden aglutinarse debido a eventuales anticuerpos en el receptor; por el contrario, AB es receptor universal, ya que no tiene ningún anticuerpo. Si se intenta una transfusión entre grupos sanguíneos incompatibles, los glóbulos se aglutinan y se obstaculiza el paso a través de los vasos finos, p. ej., en los riñones.

El factor Rh

El factor Rh es otro importante factor sanguíneo. El 15 % de los europeos no tiene factor Rh, esto es, son Rh negativos (Rh–). Cuando una mujer Rh– tiene un hijo Rh+, puede suceder que los glóbulos del feto se difundan por la sangre de la madre. Se forman entonces en ella anticuerpos que pueden pasar, a su vez, al feto, y dañar sus glóbulos. Hoy en día se trata con éxito esta complicación, cambiando la sangre del feto por otra sana, al nacer e, incluso, antes del nacimiento.





Electrocardiograma

Durante las fases de trabajo de los distintos músculos cardíacos, aparecen débiles variaciones de tensión eléctrica que pueden captarse, por electrodos metálicos, en los brazos, piernas y pecho, y se registran como curvas en el llamado electrocardiograma (ECG). El ECG da información acerca de la condición del corazón, descubre causas de alteraciones del ritmo y permite localizar el daño de un músculo cardíaco en un infarto de corazón. Al mismo tiempo se puede registrar el ruido cardíaco (fonocardiograma). Véase Corazón 5.

El corazón en la mesa de operaciones

"El cirujano que intente operar en el corazón debería perder el respeto de sus colegas", decía a fines del s. XIX el más eminente cirujano de aquella época, el austríaco Billroth. No obstante, en nuestro siglo la cirugía cardíaca ha conseguido ya grandes éxitos.

A fines del s. XIX, los cirujanos podían ya realizar intervenciones superficiales en el corazón, tales como cortar hemorragias del pericardio o coser heridas inciso cortantes en las paredes de esta víscera. A pesar de todo, sólo con el desarrollo de la anestesia y de la cirugía torácica ha sido posible practicar operaciones sumamente complejas y arriesgadas, en el corazón.

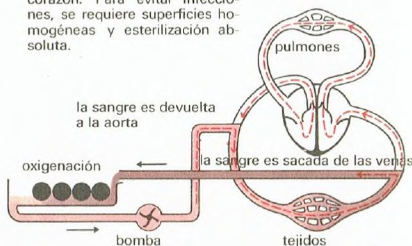
Para poder operar el corazón debe abrirse la cavidad torácica. Con ello, queda contrarrestada la presión interna de los pulmones y éstos se colapsan. El paciente no puede, por tanto, respirar por sí mismo durante la operación y ha de ser ayudado por un aparato de respiración artificial, que suministra aire a superior presión y aspira luego el aire espirado.

Entre las principales operaciones figuran las de extirpación y las de estrechamiento de las válvulas cardíacas y arteriales. En ellas, el cerebro recibe sangre durante toda la intervención y se suspende la provisión por poco tiempo, tan sólo mientras se opera la válvula. En intervenciones más complicadas, por ejemplo sustituir válvulas defectuosas por prótesis de plástico, sólo se precisa parar el corazón durante algunos minutos. Puede, entonces, acoplarse la máquina llamada corazón-pulmón, que realiza las funciones de ambos órganos.



Corazón-pulmón artificial

En el corazón-pulmón artificial se lleva la sangre a través de un dispositivo de oxigenación, en el que se la hace fluir, sobre cilindros giratorios, hasta formar una delgada película, para que el intercambio de gases sea eficaz. Las bombas de circulación realizan el trabajo del corazón. Para evitar infecciones, se requiere superficies homogéneas y esterilización absoluta.

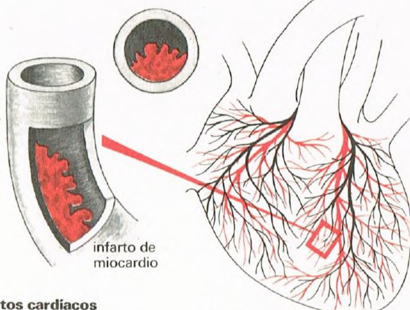




Defectos cardíacos congénitos

Los más corrientes de estos defectos son los de los tabiques cardíacos o los del mantenimiento de la comunicación que existe en el feto, entre las arterias pulmonares y la aorta (conducto de Botal). En tales malformaciones, en las que es notablemente insuficiente la oxigenación de la sangre, el color de la piel se vuelve azulado ("niños azules"). Estas malformaciones congénitas se operan con éxito.



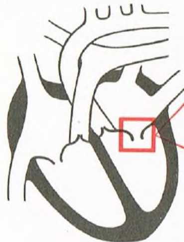


Defectos cardíacos adquiridos

Los defectos cardíacos adquiridos más comunes son resultado de lesiones en el músculo del corazón o en las válvulas. El músculo cardíaco puede debilitarse, p. ej., por una inflamación de la arteria coronaria que suministra sangre a las paredes del corazón (infarto de miocardio). Estos defectos pueden acarrear alteraciones del ritmo cardíaco. Las causas del defecto valvular son, de ordinario, trastornos inflamatorios que hacen que las válvulas no sean herméticas (insuficiencia), o que su apertura sea demasiado estrecha (estenosis). Los defectos valvulares pueden, a menudo, corregirse mediante una operación.

Arterioesclerosis

La arterioesclerosis se produce por acumulaciones de grasa en el interior de los vasos. Estas acumulaciones se calcifican después, los vasos se hacen rígidos y hasta pueden taponarse. La calcificación puede ser ulcerosa (peligro de trombosis o rotura de vasos). El cirujano limpia los vasos grandes o los sustituye por tubos de plástico o por vasos naturales conservados. La causa de la enfermedad no se conoce bien todavía; se supone que las grasas de la sangre son las causantes.







Otra posibilidad es la de enfriar al paciente hasta cerca de 30ºC. Entonces disminuye la necesidad de oxígeno de los tejidos y el cerebro puede soportar una detención del corazón durante un tiempo mayor que el normal.

La posibilidad de descubrir y tratar las afecciones cardíacas depende de la información que puedan facilitar los modernos métodos de investigación acerca del funcionamiento del corazón intacto. El simple ECG (electrocardiograma) pertenece ya a la rutina normal, así como la radioscopia y la radiografía. Gracias al cateterismo cardíaco, esto es, a introducir finos tubos de plástico en el corazón, a través de una vena, puede saberse algo acerca de la presión, abertura de las válvulas y circulación de la sangre.

En la actualidad, la cirugía cardíaca ha hecho avances extraordinarios, culminados con la implantación de "marcapasos" artificiales que regulan el latido cardíaco, injertos de válvulas e incluso trasplantes de corazón completo.



Varices

Las varices aparecen cuando las válvulas de las venas de las piernas no cierran herméticamente por algún motivo. La sangre, entonces, se estanca, las venas se dilatan formando una especie de cuerdas y se nota pesadez en las piernas, que se hinchan a causa de un riego sanguíneo defectuoso. En algunos casos, la piel se torna quebradiza y se forman úlceras en las piernas. Las varices pueden operarse, o eliminarse con inyecciones de sustancias corrosivas.

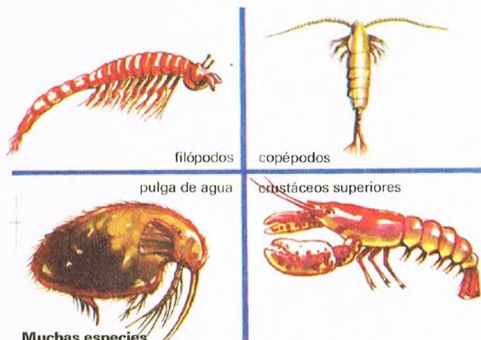
CRUSTACEOS

Artrópodos en el mar y en la tierra

Los primeros crustáceos aparecieron en el mar hace unos 500 millones de años. La mayoría de los que todavía existen viven también en el mar. Este es un medio que requiere el mínimo de acomodación del organismo, ya que la concentración de sal, de oxígeno y la temperatura son bastante constantes a lo largo del año. Todos los grupos de crustáceos están representados en el mar, desde las langostas y otros crustáceos superiores, hasta los crustáceos inferiores microscópicos, principalmente copépodos que, en enormes cantidades, forman una gran parte del plancton marino. Muy diferentes de los demás crustáceos son las bellotas de mar, que pertenecen al grupo de los cirripedos y permanecen durante su vida adulta fijas a una roca, dentro de una robusta concha que parece un volcán. A través de una abertura situada en la parte superior salen las patas, que están en constante movimiento para empujar cualquier cosa comestible hacia la abertura bucal.
Los crustáceos de agua dulce tienen mayores problemas de acomodación (por ejemplo las variaciones de temperatura

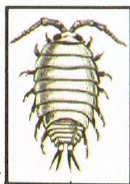


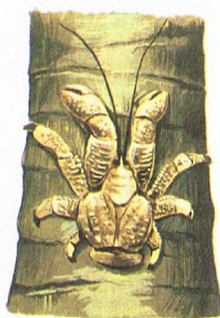
Crustáceos primitivos
Los crustáceos existían ya en el cámbrico y en el silúrico, esto es, hace unos 500 millones de años. Los trilobites eran los que dominaban, pero existían también pulgas de agua y cirrípedos. El grupo de los crustáceos superiores apareció mucho después, hace "solamente" 200 millones de años.



Muchas especies
El número aproximado de especies de crustáceos se calcula en 20 000. Los filópodos, con sus patas lobuladas en forma de hoja; los copépodos, que a menudo se mueven a tirones impulsándose con las antenas; y las pulgas de agua o cladóceros, son "crustáceos inferiores". Entre los "superiores", citemos los cangrejos de mar, de río, la langosta, etc.


cangrejo de río


cochinilla de humedad


cangrejo de los cocoteros

En agua dulce
La mayoría de los crustáceos vive en el mar, pero también hay especies de agua dulce. El más conocido es el cangrejo de río, que desgraciadamente está desapareciendo debido a la peste de los cangrejos y la pesca abusiva. Los ostrácodos existen por todas partes y, a menudo, en grandes cantidades.


ostrácodo

En tierra
Algunas especies de crustáceos existen también en tierra, entre otras las cochinillas de humedad que habitan en lugares húmedos, en cuevas o bajo piedras. Aunque su tamaño sea pequeño, pertenecen a los crustáceos superiores, al igual que el enorme cangrejo de los cocoteros que vive en las islas de los mares del Sur.

son mayores que en el mar). El cangrejo común, tan apreciado, ha desaparecido de muchas aguas debido principalmente a infecciones por moho. Una especie americana de esta familia ha demostrado su resistencia a tales infecciones y se están repoblando con ella diversas zonas. Entre los pequeños crustáceos de agua dulce debemos prestar atención a las pulgas de agua y ostrácodos. Son muy frecuentes y, como aparecen en grandes cantidades, sirven de alimento a otros animales.

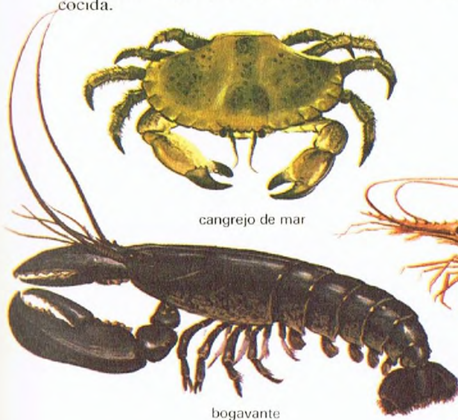
La mayor capacidad de adaptación la tienen los crustáceos terrestres (isópodos y decápodos), que buscan los sitios húmedos en las hendiduras de las rocas, bajo las piedras, etc., para evitar quedarse secos. Muy importante es el cangrejo de los cocoteros, que trepa por el tronco de éstos y, según parece, come los cocos dañados, porque no puede romper los sanos. Tanto los cangrejos de los cocoteros como los isópodos respiran aire.

Entre los manjares más apreciados destacan los cangrejos de rio, las langostas y los cangrejos de mar, que cuando están vivos son de un color apagado pero que, tras su cocción, se vuelven rojos. La gamba común tiene, en vivo, un bello color rojo, pero palidece al ser cocida.



Sabrosos crustáceos

Varios crustáceos son manjares muy apreciados: langostas, langostinos, cangrejos, gambas, etcétera. La mayoría de ellos tienen en vida un color oscuro o pardo, pero, tras su cocción, se vuelven de un color rojo alegre por oxidación de sus pigmentos. El hombre ha comido crustáceos desde los tiempos más remotos (en el grabado, se puede apreciar un banquete de cangrejos en una miniatura medieval).



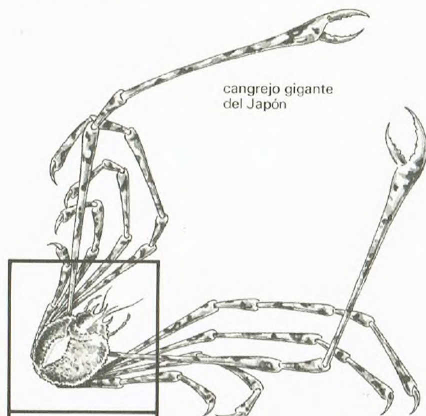




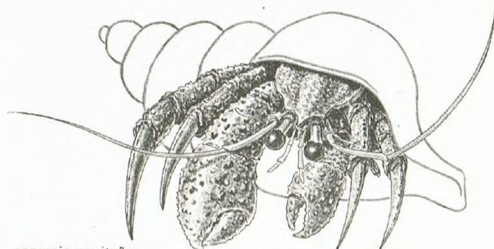


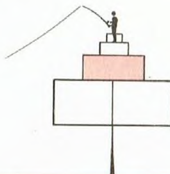
En el mar

En el agua salada los crustáceos son tan numerosos que suelen llamarse "los insectos del mar". En él se hallan delicias gastronómicas, como la langosta, los cangrejos y las gambas, pero principalmente enormes cantidades de pequeños crustáceos que forman parte del plancton. Los más importantes son los copépodos, que viven de plantas microscópicas en las masas de plancton y son, a su vez, presa de otros animales. Los crustáceos forman así la base de la producción orgánica del mar. Hasta la gigantesca ballena azul se alimenta principalmente de plancton de crustáceos.

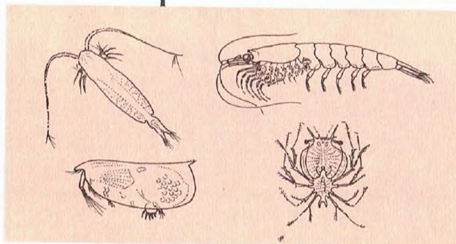


Crustáceos importantes
El cangrejo gigante del Japón, el mayor de los crustáceos actuales, mide de 3 a 4 m entre las pinzas. ¡Compárese con el tamaño de la cabeza de un hombre! El cangrejo ermitaño aprovecha una concha vacía y la emplea como refugio de su delicada parte trasera (abajo).





Crustáceos del plancton
Los pequeños crustáceos del plancton marino viven de las algas de éste y tienen mucha importancia como alimento de otros animales. La pirámide muestra, en esquema, la producción de alimento por las algas del plancton (debajo), y los crustáceos (en rojo), así como la continuación del ciclo alimentario.



Anatomía de los crustáceos

Entre los crustáceos se encuentran animales de aspectos y tamaños muy variados, aunque examinados con detalle, muestran muchos rasgos comunes. Al igual que los insectos, son animales articulados, pues su cuerpo está segmentado y rodeado por una capa más o menos gruesa de quitina. Esta cubierta cambia periódicamente, según crece el animal. La muda tiene lugar normalmente una vez al año, en el mes de julio. La coraza se rompe por la línea media dorsal y por el interior de las patas, con lo que el crustáceo sale arrastrándose de la armadura, que se le ha quedado pequeña. Durante las dos semanas siguientes, se mantiene bien escondido hasta que la nueva coraza se torna dura y resistente. El cangrejo ermitaño no tiene caparazón en el abdomen. Para protegerse, busca una concha vacía adecuada a su tamaño y mete en ella la parte posterior de su cuerpo. Cuando crece y la concha se le queda pequeña, busca otra de mayor tamaño y se muda rápidamente a ella. Los crustáceos poseen un gran número de patas. Se supone que sus antecesores tenían un par de patas en cada segmento y que éstas se han especializado actualmente de distintas formas. En la cabeza se han convertido en dos pares de antenas y varios pares de piezas bucales; en el resto del cuerpo, en pinzas, patas o aletas. Los ojos están a veces sobre pedúnculos móviles. Las antenas tienen órganos olfatorios y de equilibrio. Durante su desarrollo, los crustáceos pasan por varias etapas. Los cirrípedos, que permanecen fijos, p. ej. las bellotas de mar y algunos crustáceos parásitos, cambian notablemente cuando son adultos, aunque se puede reconocer que son crustáceos siguiendo su desarrollo. La gamba del Mar del Norte tiene la característica de ser hermafrodita; durante su primer año de madurez sexual actúa como macho; el resto de su vida, como hembra.

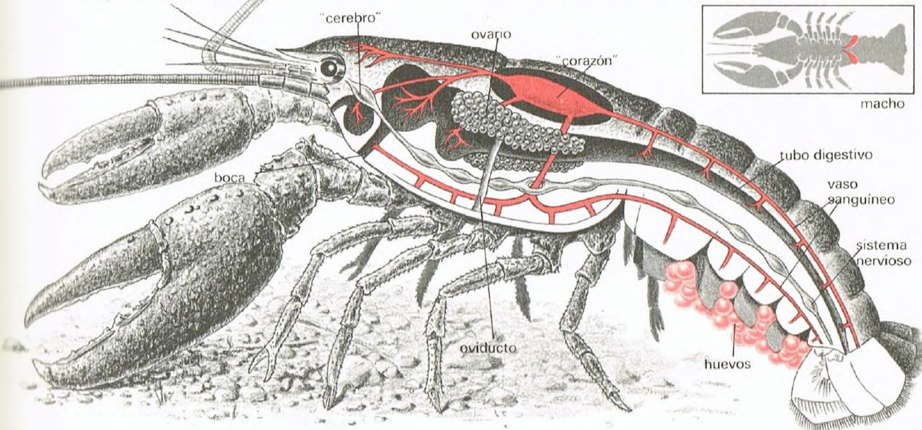
La langosta y algunos cangrejos de mar son crustáceos superiores. Su variedad de especies es tanto mayor cuanto más baja sea la latitud en la que vivan.

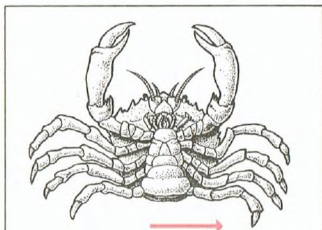
Los crustáceos más pequeños pertenecen a los grupos inferiores, que forman parte del plancton marino. Entre ellos, los copépodos son los más numerosos; con ellos viven también formas larvarias de muchos otros crustáceos.

Los crustáceos son muy importantes para la economía de la naturaleza, principalmente como parte básica de muchos ciclos alimentarios, tanto en el mar como en el agua dulce. Los crustáceos del plancton viven de algas microscópicas y son comidos por muchos otros animales del mar.

Anatomía

Los crustáceos están segmentados y rodeados por un caparazón quitinoso duro. Respiran por branquias adheridas a las patas. En su parte dorsal hay un "corazón" y en la parte ventral está el sistema nervioso. El macho de algunas especies tiene el primer par abdominal de patas transformado en órgano reproductor.





Cangrejos de mar

Los cangrejos de mar tienen una cola pequeña, plana y vuelta hacia adelante que no sirve para nadar. En vez de ello, andan por el fondo, y no avanzan hacia adelante o hacia atrás, sino que andan siempre lateralmente.

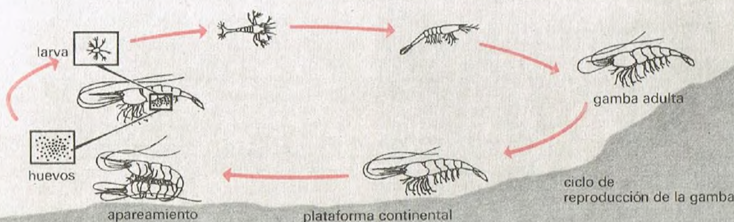


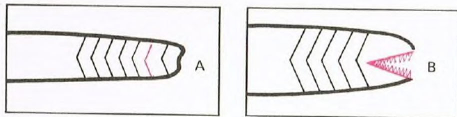
Avance de los cangrejos de río

Aun cuando un cangrejo de río suele andar hacia atrás cuando está en tierra, en el agua va normalmente hacia adelante, manteniendo sus grandes pinzas delante de sí como defensa. Cuando un cangrejo de río se asusta, se retira hacia atrás rápidamente, doblando repetidas veces su robusta cola, y nadando de este modo (por reacción) al dirigirse a su refugio.

La gamba

La gamba tiene el mismo ciclo reproductor que otros crustáceos. Tras el apareamiento, la hembra pone una multitud de huevos, que a menudo quedan adheridos bajo su abdomen. De éstos salen las larvas, que permanecen durante cierto tiempo con la madre. Durante su desarrollo, hasta llegar a individuos sexualmente aptos, sufren varias mudas de su caparazón.





Las mandíbulas y su evolución

Una condición para que los verdaderos dientes puedan formarse es la existencia de mandíbulas. Los ciclóstomos (A) tienen esqueleto branquial, pero carecen de mandíbulas. Sus dientes consisten en formaciones córneas de la epidermis y están dentro de la boca. En los peces óseos y cartilaginosos (B), el segundo arco branquial del esqueleto ha dado lugar a las mandíbulas. Estos peces tienen, como los animales superiores, verdaderos dientes, que se forman en la epidermis.



Los numerosos dientes del tiburón

El tiburón tiene varios juegos de dientes dispuestos en filas paralelas. Cuando la fila exterior empieza a desgastarse, es sustituida por la fila siguiente, que se desplaza poco a poco, hacia adelante, hasta ocupar su sitio exacto. Además de los dientes de las mandíbulas, el tiburón tiene un gran número de escamas punzantes o dientes dérmicos que dan a su piel una aspereza semejante a la del papel de lija.





Las aves han perdido los dientes

Las aves primitivas tenían dientes. Estos han desaparecido después y el tubo digestivo desempeña la función que antes correspondía a aquéllos. En el buche se ablandan los alimentos, en el estómago secretor se les añade el jugo gástrico y en el estómago muscular o molleja el alimento es trabajado mecánicamente.



DIENTES

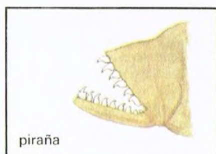
Dentición

Muchos animales tienen órganos para masticar, pero no todos poseen dientes. Los artrópodos, en vez de dientes poseen mandíbulas quitinosas. Sin embargo, los *vertebrados* suelen tener dientes de forma y número muy variables. El anfioxo es una forma de transición a los vertebrados y no tiene dientes ni mandíbulas. Los ciclóstomos o lampreas tampoco poseen mandíbulas y sus dientes son de sustancias córneas. Los peces son los primeros animales con auténticos dientes.

Los dientes están conformados según su función. Los peces y reptiles los emplean para capturar y sujetar la presa; a menudo, dichos dientes son puntiagudos y están inclinados hacia atrás. Los dientes se hallan no sólo en las mandíbulas sino también en otros puntos de la boca. Los tiburones poseen dientes incluso en el cuerpo (los llamados dientes dérmicos), que tienen la misma estructura que los de la boca. Las tortugas y aves carecen de ellos. Sus antepasados sí los tuvieron, pero les desaparecieron en el transcurso de su evolución. Existen también mamíferos sin dientes. En las ballenas, por ejemplo, han sido sustituidos por las grandes barbas que funcionan como dispositivo para filtrar o colar.

La mayoría de los *mamíferos* poseen dientes situados solamente en las mandíbulas y que, gracias a los músculos maseteros y temporales, constituyen un instrumento efectivo para la masticación. Los mamíferos tienen varias clases de dientes. Con los *incisivos* se cortan los alimentos. Los *caninos* sirven para desgarrar. Los animales depredadores tienen fuertes y afilados caninos dispuestos para desgarrar grandes pedazos del cuerpo de la presa. Los caninos funcionan también como armas de defensa, p. ej. los dientes venenosos de las serpientes. Con ayuda de los *molares*, el alimento es triturado. Estos dientes están dispuestos en la forma adecuada a cada clase de alimento y, por ello, son los más diferenciados en los diversos animales. Los depredadores, que han de triturar la carne, poseen molares afilados, mientras que los herbívoros, que comen alimentos más duros, tienen muelas, colocadas en fila, muy útiles para moler o molturar.

También los dientes del hombre están adaptados a su variada alimentación. Sin embargo, a causa de la preparación culinaria, nuestros dientes pierden cada vez más su importancia, ya que necesitan trabajar menos para triturar el alimento.











Peces

Lo más frecuente es que los peces tengan verdaderas dentaduras. La piraña sudamericana posee dientes muy afilados. Ataca a los grandes animales y puede devorar su carne rápidamente hasta dejar el esqueleto mondo.

Reptiles

Como otros reptiles, las serpientes tienen dientes sencillos, por lo regular cónicos. Los dientes venenosos de las serpientes, dotados de un canal o surco para el veneno, son grandes y algo inclinados y abatibles.

Insectívoros

Los dientes de los insectívoros son primitivos. Tienen pequeños caninos y molares dentados y afilados. En el erizo, los incisivos anteriores son más grandes que los demás y funcionan como una pinza.







Roedores

Característicos de los roedores son sus incisivos grandes e inclinados, que están revestidos de esmalte solamente en la cara anterior. Las raíces abiertas hacen que los dientes crezcan a medida que se desgastan. Los roedores carecen de caninos y poseen pocas muelas.

Herbívoros

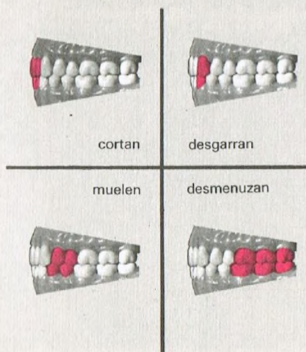
Los herbívoros disponen de un tipo especial de molares, las llamadas muelas de cresta. Son grandes y fuertes y tienen una superficie de masticación ancha, en la que el esmalte brota a modo de repliegues o protuberancias. Son una eficaz herramienta para moler cortezas.

Carnívoros

Los dientes de los carnívoros están conformados para apresar y desgarrar lo que muerden. Los molares son afilados, con pequeña superficie de masticación. Los de la mandíbula superior se cierran como tijeras sobre los de la inferior. El mayor de ellos es la muela carnicera.

Omnívoros

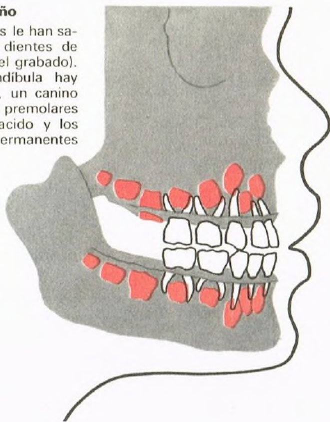
Los alimentos, a lo largo de la evolución, han dado a los dientes su forma. Los herbívoros poseen un tipo de dientes, los carnívoros otro, y los omnívoros, una combinación de ambos. Al hombre se le llama a menudo omnívoro, ya que añade a su dieta vegetal alimentos animales preparados diversamente. Sus incisivos son afilados. Con ellos muerde los alimentos. Los caninos le ayudan a desgarrar y desmenuzar la comida. El alimento es partido con los premolares y triturado con los molares, para lo cual los músculos masticadores cumplen una importante función. Los caninos del hombre son más pequeños y romos que, p. ej., los de los animales carnívoros y los de los antropoides.

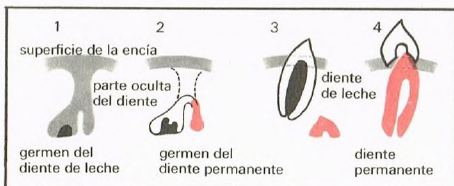




Los dientes del niño

A un niño de 6 años le han salido ya todos los dientes de leche (blancos, en el grabado). En cada semimandíbula hay ahora dos incisivos, un canino y dos molares. Los premolares todavía no han nacido y los restantes dientes permanentes están en germen.





Nuestros dientes

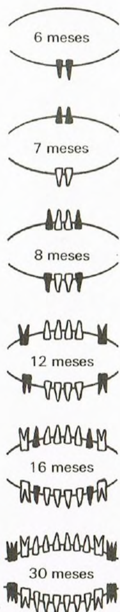
El diente se inicia con el crecimiento de una acumulación de células en forma de botón, en lo que un día será hueso maxilar. A partir de este botón celular comienza la mineralización del marfil y del esmalte. Este proceso es rítmico, con un período aproximado de cuatro días en el hombre, pudiéndose apreciar al microscopio gracias a los anillos de mineralización. El esmalte dental aumenta en grosor aproximadamente 1 1/2 mm por año; esto significa que la calcificación de los dientes de leche debe iniciarse mucho antes del nacimiento. Al nacer empieza la mineralización de los primeros dientes fijos, que salen a la edad de 6 años. El hombre tiene dos denticiones. Ello se debe a que en las pequeñas mandíbulas del niño se acomodan perfectamente los 20 dientes de leche, pero a medida que aquéllas crecen, éstos resultan demasiado pequeños y aumenta la necesidad de dientes mayores y más fuertes. Sin embargo, es importante que los dientes de leche se mantengan sanos; si se caen demasiado pronto, víctimas de la caries, pueden

¿Cómo salen los dientes?

Los grabados superiores muestran el desarrollo del diente. En el alvéolo que forma la piel en la encía está el germen de los dientes de leche y de los permanentes. El diente de leche aparece como una pequeña hinchazón en el repliegue dental (1). El germen del diente atraviesa la superficie de la piel y crece por debajo en el alvéolo. El diente permanente nace cuando el feto tiene ya tres meses (2). El esmalte se forma de la propia yema dental; el marfil y la pulpa, del botón del tejido subyacente. El diente de leche rompe la piel (3) y, en su momento, es expulsado por el permanente (4).

Los dientes de leche

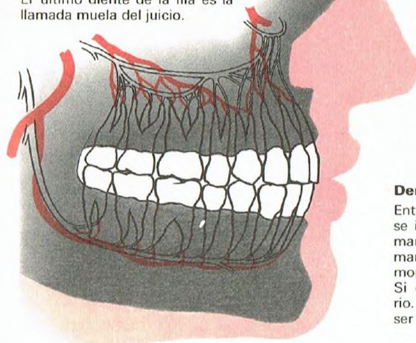
Del primer diente a la primera mella (fotos de la derecha) se extiende la historia del diente de leche. Los dientes recién salidos se marcan en negro en el grabado de la derecha. Los primeros dientes aparecen, a los seis meses, en la mandíbula superior. Después salen, de dos en dos, en ambas mandíbulas. El momento de la aparición varía de un individuo a otro. A los 30 meses aparecen los últimos molares de leche. Los dientes de leche se empiezan a caer a los 6 ó 7 años.





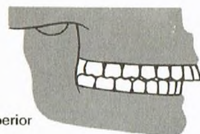
Del primer diente... a la primera mella.



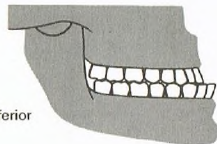


Los dientes del adulto

Entre los 18 y 20 años han aparecido, por lo general, la mayoría de los dientes permanentes. En cada semimandíbula hay entonces dos incisivos, un canino, dos premolares y tres molares. El último diente de la fila es la llamada muela del juicio.



mandíbula superior saliente



mandíbula inferior saliente

Dentadura anormal

Entre las desviaciones dentarias se incluye la prominencia de las mandíbulas. Si se trata de la mandíbula superior, sus dientes montan sobre los de la inferior. Si es la otra, sucede lo contrario. Estas desviaciones pueden ser molestas, para el que las sufre, desde el punto de vista de la masticación y también por motivos estéticos. Sin embargo, es posible, a veces, remediarlas mediante una corrección. Los defectos muy acusados en la posición de los dientes se tratan quirúrgicamente.

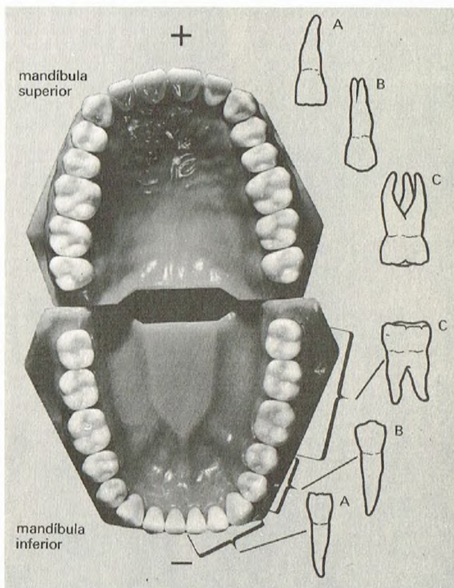
surgir defectos en la dentición permanente. El cambio de la dentadura tiene lugar por etapas, durante cerca de siete años, comenzando a los seis; antes de los veinte años han salido ya nuestros 32 dientes y, normalmente, incluso las muelas del juicio.

Quien haya sufrido una extracción dental sabe lo fijos que están los dientes al maxilar. Pero no introducidos como una cuña en el hueso de la mandíbula, sino sujetos a él por cientos de miles de finas fibras que se deslizan entre el hueso maxilar y la superficie de las raíces, formando una especie de soporte amortiguador.

Los dientes están sujetos a los efectos del tiempo. Así, poco a poco, el esmalte se gasta y el marfil queda desnudo. En cráneos de hombres jóvenes de la Edad Media se ha podido comprobar un desgaste más rápido de la dentadura que en los hombres actuales. Hoy se consumen alimentos muy refinados y de fácil masticación. La alimentación actual no fomenta el ejercicio de los dientes.

Existen desviaciones dentarias de importancia diversa. La inmensa mayoría de ellas no causan molestia, pero en ciertos casos puede ser necesario corregir una defectuosa conformación de los dientes o la manera de morder de la dentadura. Tales correcciones exigen más tiempo cuanto mayor es la edad del paciente.

La fijeza y resistencia de los dientes varía con los individuos. Depende de la variable predisposición a las enfermedades dentales y de la influencia del medio, las costumbres alimentarias y la higiene bucal.



La disposición de los dientes

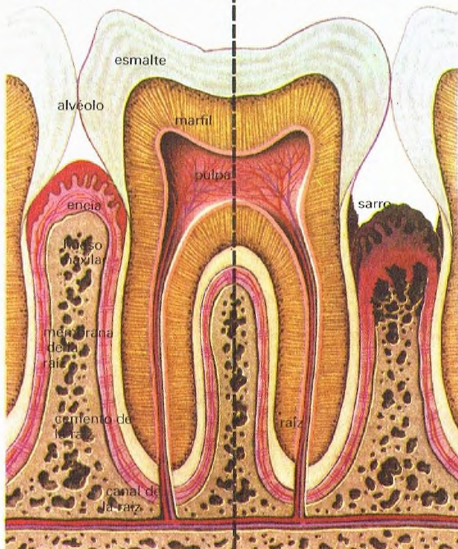
Dientes de la mandíbula superior y de la inferior tal como el dentista los ve cuando el paciente abre la boca. Hay ocho dientes en cada semimandíbula; en total, 32. Cada diente se designa con una cifra acompañada de un signo más en la mandíbula superior y un signo menos en la inferior. En el historial que lleva el dentista se escribe el signo + tras la cifra correspondiente si se trata de la parte derecha de la dentadura (a la izquierda, en el grabado) y delante de la cifra, en el lado izquierdo del paciente (a la derecha, en el grabado). Los incisivos y caninos (A) tienen una raíz. Los premolares (B) tienen una o dos y los molares (C), en la mandíbula superior, tres raíces, y en la inferior dos.



sana | inflamada

Inflamación de la encía

La mucosa de la cavidad bucal es relativamente sensible a las infecciones. La flora bacteriana natural puede aumentar y ocasionar inflamaciones en las encías y soporte de los dientes. Un primer signo de peligro puede ser sangrar ligeramente al limpiarse los dientes. La hinchazón, el enrojecimiento y, a veces, el dolor se producen en la encía atacada. La inflamación se extiende al soporte de los dientes en el hueso maxilar, o sea, a las llamadas membranas de la raíz. A la izquierda, en el grabado, vemos una boca sana; a la derecha, una boca con los cambios típicos ocasionados por la enfermedad.

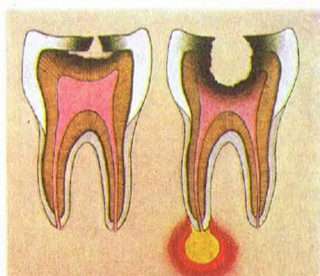


Corte transversal del diente

El diente consta en su mayor parte de hueso dental (dentina) o marfil. La corona está revestida de esmalte muy duro. La raíz se halla rodeada de una fina capa de cemento. La dentina está atravesada, hasta la pulpa, por finos canales; esta pulpa es rica en vasos sanguíneos y nervios. La fijación del diente al hueso maxilar se realiza mediante una delgada membrana en la raíz. La encía forma un alvéolo de uno o dos centímetros de profundidad.
La parte derecha del grabado muestra la situación existente después de una inflamación que ha durado largo tiempo (compárese la foto).

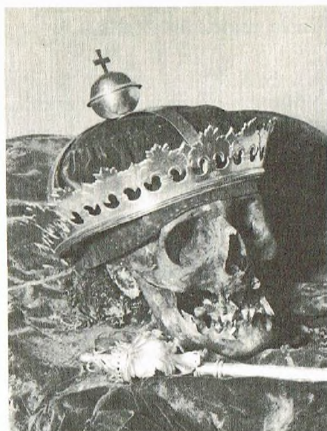
Higiene bucal

Las dos enfermedades más frecuentes que afectan a los dientes son la *caries* y el *desprendimiento de la encía* o *parodontosis*.
En los países desarrollados, la enorme difusión de la caries se debe a las costumbres alimentarias actuales. Todavía no está claro el origen de la enfermedad. Se sabe, no obstante, que los microorganismos fermentan los hidratos de carbono de los alimentos. Estas sustancias se descomponen, produciendo ácidos que alteran las sales de calcio del esmalte y del marfil. Entre los factores que influyen en la formación de la caries están también la composición química de la saliva y, más todavía, la higiene bucal. Si se muerde con fuerza la salivación es más intensa y lava los dientes. La saliva resulta favorable para los dientes cuando la alimentación es rica en proteínas, mientras que los hidratos de carbono influyen sobre la saliva en sentido desfavorable y proporcionan material para el desarrollo de las bacterias.
La caries aparece, ante todo, donde las bacterias bucales encuentran un medio propicio; p. ej., entre los dientes, junto al borde de la encía y, sobre todo, en la corona de las muelas. La cara anterior de los dientes, donde los labios mantienen alejadas las bacterias, está menos expuesta; lo mismo sucede con la cara interior, donde la lengua llega a los dientes. La enfermedad no tiene siempre la misma intensidad, ya que el individuo está más expuesto durante los años del crecimiento y durante la vejez.



Caries

La caries empieza con el ataque al esmalte y, poco a poco, aparece un agujero en la muela (a la izquierda). Si el ataque prosigue, la caries alcanza la cavidad de la pulpa (a la derecha) y se extiende a la raíz. En poco tiempo, el tejido que rodea la punta de la raíz se inflama. Cuando la pulpa se infecta, hay que tratar la raíz, para salvar la muela.



Dentadura real

En tiempos pasados era escaso el cuidado de la boca, como se ve en este cráneo del s. XVI. Faltan dientes en ambas mandíbulas. Esta estropeada dentadura debió producir a su dueño dolores de muelas y molestias para masticar.













Limpieza de los dientes

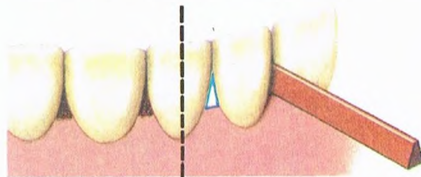
Es muy importante cepillar los dientes para desprender de ellos las partículas de comida y de las sedimentaciones de bacterias, si se quiere evitar el riesgo de la inflamación de las encías y de las caries.
El cepillo que se emplee debe tener una dureza apropiada, y la crema dentífrica no debe contener componentes demasiado fuertes. La superficie de la corona de los molares se cepilla con un movimiento hacia adelante y hacia atrás, y las caras exteriores e interiores de todos los dientes, cepillando de la raíz a la corona. Si se cepilla en sentido contrario se pueden ocasionar daños a la encía. Asimismo, el método de cepillado horizontal también puede llegar a dañar la encía o el cuello de los dientes.

Una manera de evitar la caries es fluorizando el agua. El flúor favorece particularmente la resistencia del esmalte dental a la descomposición y, por ello, lo protege contra la caries.

El desprendimiento de la encía o parodontosis es la otra enfermedad habitual. La inflamación de las encias, el aumento desmesurado de bacterias y el sarro propician la aparición de la enfermedad. Un síntoma frecuente y delator es la *halitosis* (mal aliento).

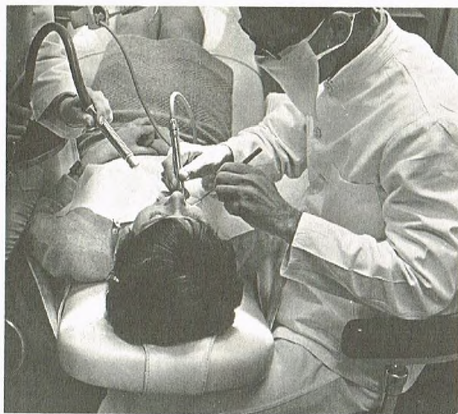
En una dentadura con grandes mellas, el trabajo excesivo de los dientes que quedan resulta un factor desfavorable, ya que una deficiente fijeza de los dientes debilita su resistencia a las afecciones dentarias en general.

Para el tratamiento adecuado contra el desprendimiento de la encía debe recurrirse al dentista. Este tratamiento puede ser, p. ej., un meticuloso raspado del sarro, un control de los rellenos o empastes ásperos, o un examen del modo como realiza sus diferentes trabajos la dentadura. El paciente debe colaborar extremando su higiene bucal (cepillados, enjuagues, etc.). Los casos graves se tratan eliminando quirúrgicamente el tejido reblandecido, para que vuelva a formarse un alvéolo normal.



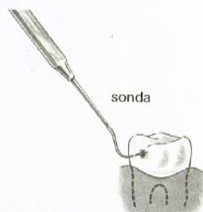
El mondadientes

El mondadientes debe usarse, a menudo, por cuantos no tengan unos dientes completamente sanos. En el grabado se ve, a la izquierda, dientes que conservan sedimentaciones de bacterias y, a la derecha, otros que se han limpiado con un mondadientes. Un buen mondadientes o palillo deberá ser de sección triangular para acomodarse mejor al intersticio entre los dientes.
Una condición para conseguir mantener limpia la boca es que el dentista, con un intervalo regular y con herramientas especiales, rasque y quite el sarro que se forma y que uno mismo no puede quitar.



En la clínica del dentista

El dentista está hoy equipado con una serie de máquinas y herramientas eficaces con las que el tratamiento se lleva a cabo rápidamente y sin dolor. La radiofotografía revela la clase de daño que sufre el diente. Los nuevos sillones articulados permiten al dentista trabajar sentado, mientras el paciente descansa cómodamente en posición horizontal.



Reconocimiento

No basta con localizar a simple vista el agujero. Con ayuda de una sonda, el dentista puede determinar si la mancha oscura se debe al tabaco, al sarro, a un ataque aislado de caries o a un avance de ésta.



Perforación

El rapidísimo torno, movido por aire comprimido con irrigación de agua, desprende del diente la sustancia nociva casi sin vibraciones. Para la preparación final de la cavidad se necesita un torno más lento.



Rellenado

Después del lavado y del secado al aire, el dentista aísla el fondo del agujero, para proteger la sensible pulpa contra el fraguado. El relleno se realiza casi siempre con la amalgama, una aleación que se compone de mercurio y plata.



Limado

Cuando el relleno se ha endurecido, debe limarse, no sólo por motivos de estética, sino también de higiene. Un relleno limitado hasta dejar sus bordes suaves está en mejores condiciones para evitar nuevos ataques de caries en la muela afectada, o en su vecina.

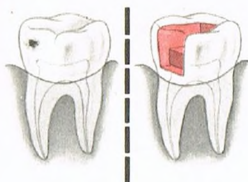
En la clínica del dentista

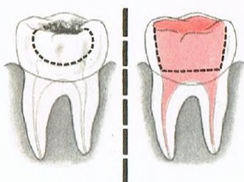
La aparición de la técnica dental es antiquísima. En las tumbas etruscas, p. ej., se han encontrado puentes dentales de oro que habían sustituido a los dientes caídos.

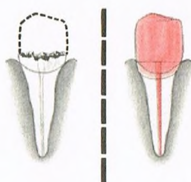
En el siglo pasado, el adelanto en el campo de la odontología ha sido muy importante. Para el paciente, este avance ha supuesto tratamientos indoloros y más rápidos. El veloz torno movido por turbina de aire y el nuevo aparato de ultrasonidos para la extracción son instrumentos muy modernos y eficaces, pero no han podido sustituir enteramente el torno corriente, menos veloz, y el instrumental de mano para la extracción dental. Estos últimos proporcionan al dentista un contacto mejor con los dientes que los nuevos aparatos citados. El reconocimiento de la boca lo realiza el dentista no sólo con el espejo y la sonda. En un estadio temprano, utiliza también la radiografía para diagnosticar los daños de la caries, las inflamaciones del hueso maxilar alrededor de las raíces o los procesos morbosos en la membrana que envuelve a éstas. Además de tales instrumentos nuevos y más efectivos, el dentista dispone de medicamentos que facilitan el tratamiento. Modernos métodos de anestesia, y el empleo de antibióticos y otros preparados aminoran los dolores del paciente y activan la curación después de las intervenciones quirúrgicas.

Entre los restantes factores que han contribuido a la disminución del tiempo de tratamiento hay que mencionar las condiciones de trabajo del dentista, hoy realmente favorables. En particular, es cada vez más corriente que el paciente pueda acostarse en una butaca especial, con la cabeza a la altura de una mesa de despacho, de manera que el dentista pueda sentarse para trabajar. La mejor absorción de la saliva y la mejor iluminación son factores que facilitan el trabajo del dentista. Por otro lado, el dentista de hoy dedica parte de su tiempo a conversar con el paciente sobre los problemas individuales del tratamiento preventivo (profilaxis), sobre el cuidado regular de la boca y sobre los controles anuales de cada paciente. En muchos países, este historial, así como las radiografías de los pacientes, deben ser archivados, durante diez años, por orden de los organismos sanitarios.

El historial clínico de cada paciente y las radiografías son sumamente valiosos para la odontología legal, ya que, por su gran resistencia al fuego y a la putrefacción, los dientes constituyen un excelente y valioso elemento para la identificación de las personas.







Emplomado

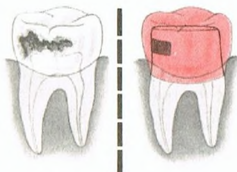
La amalgama se usa corrientemente para pequeñas caries. El pequeño agujero el dentista lo agranda, con el torno, para que los cantos del relleno se sitúen en superficies "activas" que se limpian fácilmente con la lengua y el cepillo de dientes.

Relleno de las raíces

Si la muela tiene un daño lo bastante grande para haber ocasionado infección de la pulpa, hay que tratar la raíz. La pulpa se mata por métodos químicos y se extrae. Después de la desinfección de los canales de la raíz, se llenan con gutapercha.

Diente postizo

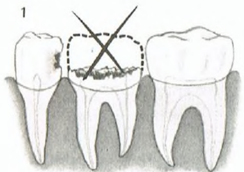
Si al diente relleno le falta tanta sustancia dental que la corona no se sostiene, hay que efectuar un trasplante o sustitución. Este trasplante o sustitución se compone de una corona de oro o porcelana y una aguja de oro para armar la raíz.



Corona artificial

Los grandes daños en la corona no se pueden arreglar con el material de relleno empleado habitualmente. La muela se talla en forma de pilar o columna y el técnico dentista fabrica una corona de oro que se ajusta exactamente al pilar o columna y a la dentadura de arriba. Esta corona de oro puede hacerse con fachada blanca en plástico acrílico o en porcelana.

1



2



Puente fijo

Un tratamiento más amplio que una corona de oro aislada es un puente dental entero. Si se ha perdido un diente, en la mayoría de los casos se puede sustituir, pese a carecer de raíz. Un puente con un eslabón intermedio colgante se cimenta aquí en los dientes de los lados.

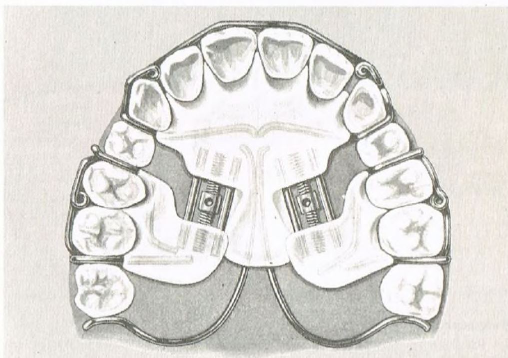
3





Prótesis dental suelta o dentadura postiza

Al desdentado se le puede aplicar una dentadura postiza. La prótesis completa que sustituye todos los dientes de la mandíbula superior, de la inferior o de las dos mandíbulas se mantiene en su sitio, como una ventosa aplicada a la encía. Los dientes que quedan pueden, entonces, proporcionar el apoyo a los ganchos que fijan la prótesis.



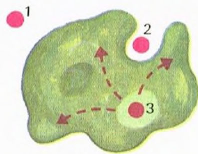
Regulación de los dientes

La regulación de los dientes se realiza con aparatos fijos, de acero inoxidable, o mediante placas de plástico sueltas, con asas o ganchos y resortes. La fuerza de los resortes actúa y corrige los dientes mal colocados y les proporciona la posición exacta deseada. Los dientes, muy apretados a veces, se abren paso separando los molares situados junto a ellos.

DIGESTION

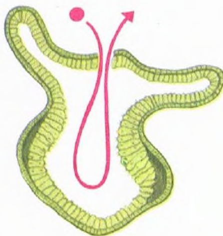
Amiba

La amiba está rodeada de bebida y alimento (1), con los que se halla en contacto directo. Pero también una amiba ha de comer. En la figura se ve cómo una partícula sólida es rodeada por la amiba (2) y penetra en su interior (3), en donde es atacada por enzimas digestivas. La amiba bebe del mismo modo, gota a gota.



Hidra

También en la hidra, que es pluricelular, todas las células están en contacto con su alimento y su bebida. En la cavidad del cuerpo de la hidra se acumula el alimento y se disuelve por las enzimas digestivas, para que lo aprovechen las mismas células. Los restos insolubles son expulsados. La cavidad del cuerpo viene a ser un aparato digestivo primitivo.



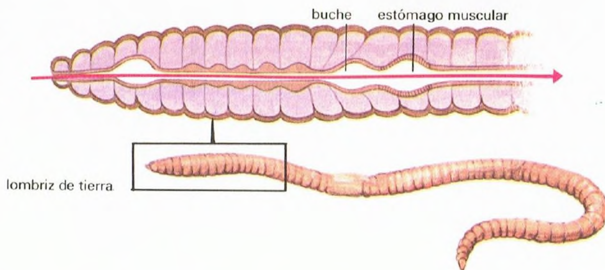
Comer y beber

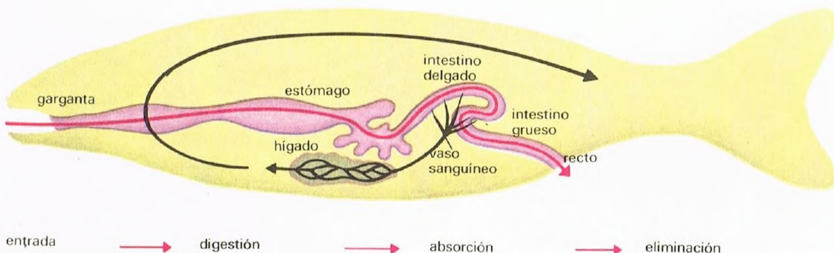
Todas las células necesitan alimentarse para vivir; y para que sus enzimas trabajen, precisan agua. Lo que diferencia, en realidad, a los distintos organismos es que, en los pluricelulares, no todas las células están en contacto directo con el alimento.

Pero ni siquiera la *amiba*, que es unicelular, puede mantenerse con el alimento y el agua que entran a través de su membrana celular, y, por consiguiente, debe ingerirlos. En los organismos pluricelulares, muchas células se especializan de tal forma que no pueden capturar alimentos por sí mismas. Deben recibirlos ya preparados y desmenuzados. Por tanto, algunas células han de encargarse de la alimentación de las demás. En la

Gusano

La lombriz de tierra, que pertenece al grupo de los anélidos, puede compararse con un tubo intestinal que repta. Va comiendo la tierra y disolviendo lo que pasa por su interior. Puede apreciarse que este tubo comienza a especializarse, adquiriendo protuberancias, pero el intestino de las lombrices es todavía un aparato muy simple.





entrada → digestión → absorción → eliminación

Preparación, digestión

En los peces, el aparato digestivo, dividido en regiones, recuerda al humano. Los dientes de los peces carnívoros pueden desgarrar el alimento, pero no hay una masticación propiamente dicha. En el estómago se descompone químicamente el alimento mediante enzimas segregadas por las mucosas del estómago.

Absorción del alimento

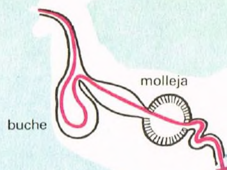
La descomposición del alimento se continúa en el intestino delgado, en donde también tiene lugar la absorción del alimento. A través de los vasos sanguíneos, que salen del intestino delgado pasando por el hígado, el alimento es aprovechado por el cuerpo para formar elementos propios.

Eliminación

En la última parte del conducto intestinal (intestino grueso y recto) se eliminan los residuos alimenticios. A través del intestino grueso se expulsan las células muertas, bacterias, etc. Antes de que los excrementos abandonen el cuerpo, la mucosa del intestino grueso absorbe el agua de los mismos.

hidra, p. ej., hay una serie de células en el interior de la cavidad corporal que desmenuzan el alimento hasta que han sido absorbidos los componentes útiles. La diferencia entre la hidra y los animales superiores no es demasiado grande. Alrededor del intestino primitivo, que en los animales superiores tiene entrada y salida diferentes, se desarrolla un conjunto de células cada vez más especializado. Poco a poco empieza a necesitarse también conductos interiores de transporte –vasos sanguíneos– para que el alimento llegue a todo el organismo. Según los medios ambientales, se crean distintos hábitos alimentarios. Esto implica que los primeros tramos del aparato digestivo, en donde se lleva a cabo la preparación mecánica y comienza la química, adquieran diversas especializaciones. La *abertura bucal*, con sus herramientas para sujetar, morder y masticar, se desarrolla y adquiere eventualmente órganos gustativos, para que el animal pueda buscar el alimento adecuado. La porción siguiente del aparato digestivo es el *estómago*, dotado de glándulas digestivas que segregan los jugos gástricos para desmenuzar químicamente el alimento. Los rumiantes tienen en la primera parte de su estómago, llamada *panza*, un cultivo de protozoos y bacterias. Esto ayuda al animal en su primera digestión y, gracias a ello, puede aprovecharse del contenido de las células vegetales que ingiere.

El *conducto intestinal humano* no difiere notablemente del de los demás mamíferos; ni siquiera del de los vertebrados inferiores. A grandes rasgos, en toda la serie de vertebrados existe un aparato digestivo similar, con las mismas glándulas y enzimas para descomponer el alimento.

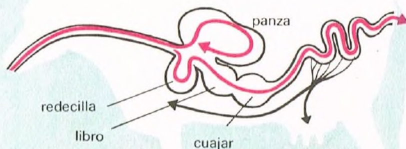


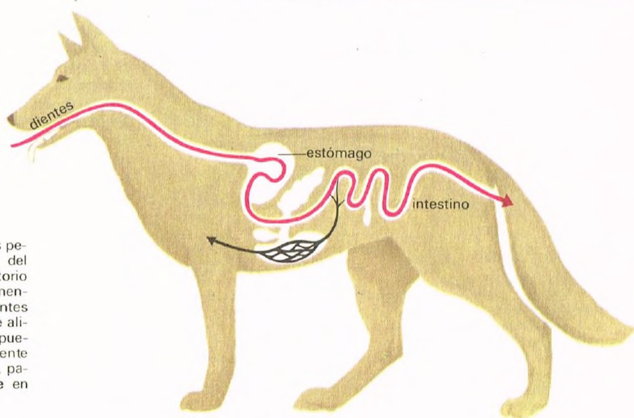
Buche

El pico de las aves no sirve para masticar la comida. Por ello, ésta es triturada dentro del mismo aparato digestivo. En la figura se ve el llamado estómago muscular o molleja, en el que la comida es "masticada" con granos de arena y piedrecillas. El buche se utiliza como almacén provisional de los alimentos.

Cuatro estómagos

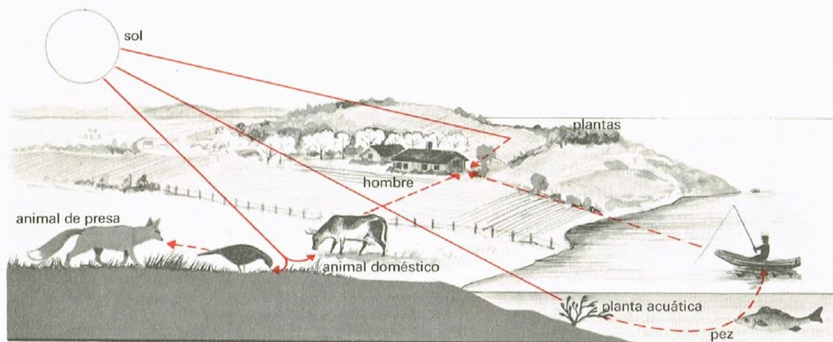
En los rumiantes, el estómago es de tipo especial. La vaca no puede aprovechar por sí misma el alimento de los vegetales. Esto se realiza por medio de protozoos y bacterias que viven en su panza. El contenido de ésta se regurgita, se vuelve a masticar, se traga otra vez y va a la redecilla, libro y cuajar, para su aprovechamiento ulterior.





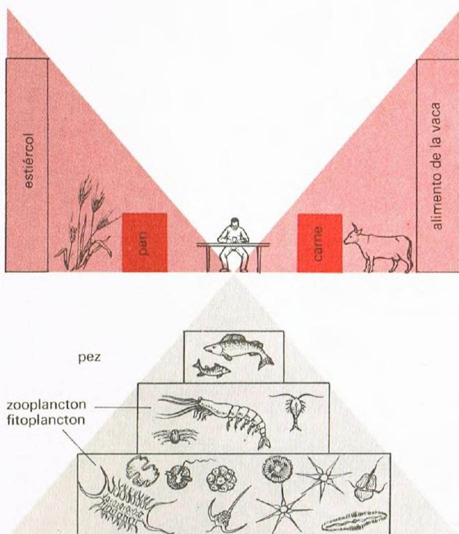
Mamíferos

El aparato digestivo de los perros es muy parecido al del hombre. El aparato masticatorio de los mamíferos está altamente especializado, con dientes adecuados a cada clase de alimentos y, por tanto, éstos pueden ser preparados eficazmente antes de llegar al estómago, para seguir desmenuzándose en él químicamente.



La cadena de la energía

La energía que recibimos en nuestro alimento llega principalmente del sol, y se ha formado a través de una serie de procesos químicos en la naturaleza. Los átomos del alimento se convierten en material de construcción del cuerpo durante un tiempo más o menos largo. Pero los átomos abandonan constantemente nuestro cuerpo y son sustituidos por otros, quizás para pasar más tarde a formar parte de nuevos animales o plantas. Este ciclo es accionado por energía solar.



Cómo aprovechamos los recursos

Cada persona requiere bastante comida. Pero la vaca –que le ofrece leche, manteca, queso y carne– necesita mucha más. Los campos de siembra, que nos dan el pan, precisan toneladas de abonos. En la pirámide de los alimentos representada arriba se muestra a los peces, los cuales, a su vez, viven de una cantidad todavía mayor de pequeñas plantas. El que los seres vivos no alcancen el mismo peso que la cantidad de alimentos que ingieren se debe a que gran parte de los alimentos se utiliza como combustible de las células.

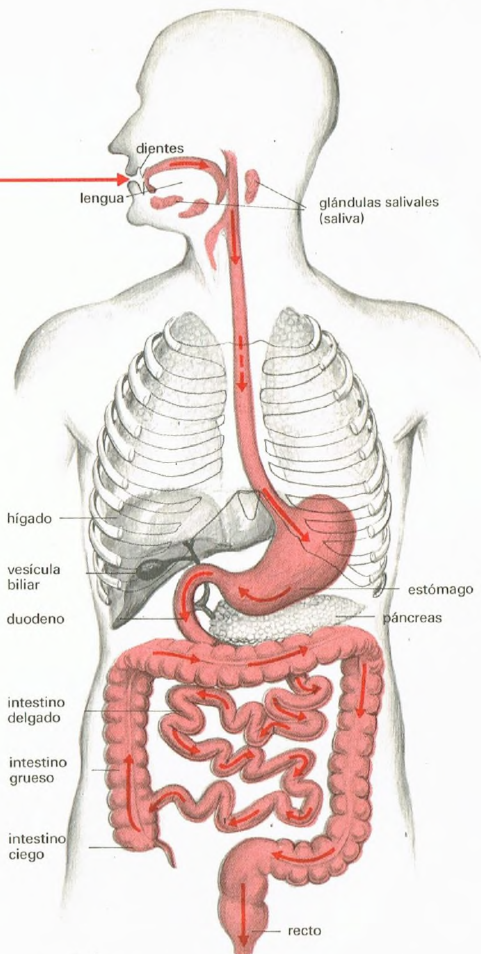
El camino de los alimentos

Nuestro alimento se produce en otros organismos. Al ingerir, separamos en sus componentes el material constitutivo de tales organismos. Con dichos componentes como base se construyen luego los tejidos de nuestro propio cuerpo. En esta descomposición recuperamos también una parte de la *energía* empleada anteriormente para constituir el material que comemos. Y cuando estos materiales abandonan nuestro cuerpo son utilizados, a su vez, por otros organismos para construir nuevos tejidos. Una parte de las moléculas y átomos que absorbemos con el alimento queda retenida en nosotros durante mucho tiempo, pero la mayor parte se renueva, quizás, en pocos días. Nuestro cuerpo constituye, pues, sólo una fase del gran ciclo de las sustancias químicas de la naturaleza. Cada organismo es, por así decirlo, una estación del ciclo, que consume cantidades variables de la energía solar acumulada en los alimentos. Con esta energía se mantienen todos los procesos de la vida. El que los alimentos se conviertan en energía dentro de los seres vivientes explica por qué adopta esta forma la *pirámide de los alimentos.* Una tonelada de comida y de bebida no se convierte en una tonelada de hombre, pero se requiere una tonelada de comida y de bebida durante un año para que el hombre no pierda peso. Del mismo modo, los organismos de cada escalón de la pirámide deben comer notablemente más que lo que ellos mismos pesan, para poder mantenerse vivos. Pero de igual manera que las moléculas de un protozoo se transforman pronto en moléculas de un crustáceo y, sucesivamente, de un pez y de un hombre, así vuelven los alimentos a la naturaleza. Para este proceso se precisa energía, y el sol la suministra.



Preparación de la comida

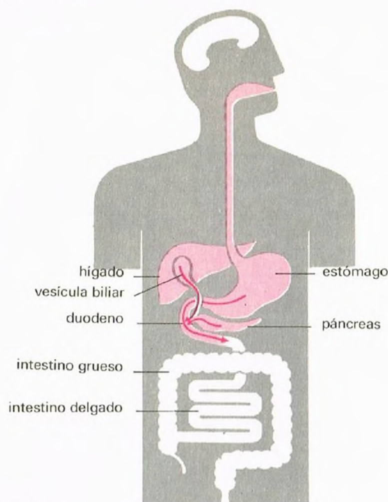
El hombre civilizado se ha procurado una especie de aparato digestivo fuera de su cuerpo. El alimento se despieza, fríe, cuece o asa, y de esta forma se ahorra trabajo a los dientes, músculos y enzimas digestivas. Esto ha convertido al hombre en omnívoro.



Curso de la comida por el cuerpo

Pese a la preparación previa de la comida, el aparato digestivo ha de realizar aún mucho trabajo. En la cavidad bucal, la lengua gusta, los dientes mastican, y las enzimas de la saliva comienzan la descomposición química. Luego se traga el alimento y se transporta hasta el estómago, donde se descompone gracias a las enzimas del jugo gástrico y se transforma en una mezcla en forma de puré o papilla. De él puede ya la sangre absorber una parte de las sustancias. El alimento pasa al duodeno, al que la vesícula biliar y el páncreas vierten bilis y jugo pancreático. La bilis facilita la absorción de las grasas, y las enzimas del páncreas descomponen las proteínas, grasas e hidratos de carbono. El alimento se absorbe en el intestino delgado, que tiene unos 5 m de longitud. Después de unas 6 horas, lo que queda se vierte en la primera parte del intestino grueso, el intestino ciego. Hasta el vaciado de los excrementos, unas 18 horas después de la comida, se agita el contenido del intestino grueso hacia atrás y hacia adelante. Los restos insolubles abandonan el cuerpo a través del recto, una vez han sido transformados en excrementos.

El camino de los alimentos hasta su consumo por el hombre se ha ido haciendo cada vez más complejo, a medida que se ha desarrollado la civilización. El hombre se ha independizado de su medio ambiente, pues ha conseguido que su alimento sea transportado desde los lugares más lejanos. Así, al cultivar su alimento de modo que el Sol y los procesos químicos de la naturaleza puedan trabajar más rápidamente para él, ha conseguido colocarse en el vértice de la pirámide de los alimentos. También, al conservar la comida, prepararla y aderezarla de distintas formas, el hombre se ha liberado de su medio ambiente y puede incrementar su despensa con todo aquello para lo que no están preparados en estado natural, su aparato masticatorio y su conducto digestivo. Los instrumentos de caza y carnicería han hecho del hombre el depredador más poderoso de la creación. Los rumiantes y otros hervíboros pueden, en verdad, envidiarle por el trabajo inicial de digestión del alimento, que ha encomendado a los molinos y a otras industrias.



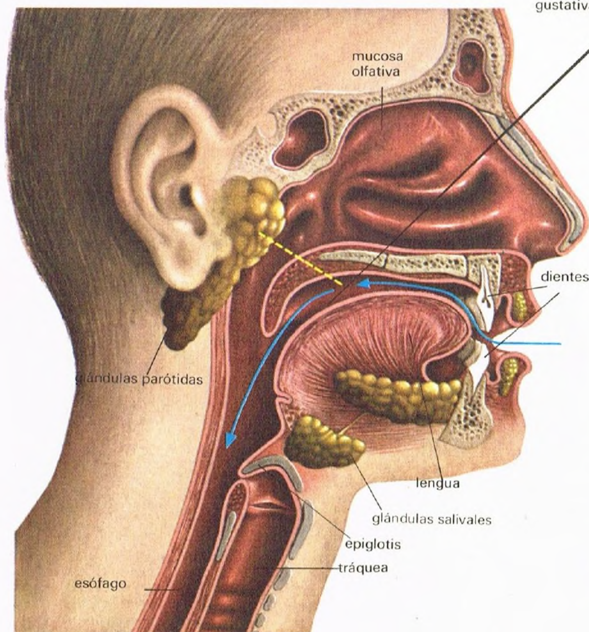
Digestión

Arriba vemos las partes del conducto digestivo en las que se produce la digestión (rojo). En la boca, los dientes trituran el alimento mecánicamente y, en parte, también químicamente, gracias a las enzimas de la saliva. En el jugo gástrico se producen enzimas, así como ácido clorhídrico, con los que se descomponen las proteínas. En el duodeno se vierte bilis de la vesícula biliar y jugo pancreático.

La comida es digerida

Del alimento que ingerimos sólo aprovechamos una parte de las moléculas. El proceso de digestión que se inicia al principio del conducto digestivo, divide el alimento en partículas que, al final, pueden pasar a través de las membranas de las células exteriores que posee la mucosa intestinal. La descomposición en moléculas no puede realizarse por medios mecánicos, esto es, masticando, pero la *masticación* es una buena ayuda, ya que da una mayor superficie de ataque a las enzimas digestivas que disgregan las moléculas. La masticación es, pues, muy importante para una digestión eficaz. Al masticar se mezcla el alimento con la saliva, y con ello se inicia su descomposición. Así también el cuerpo percibe si lo que va a ingerir es provechoso o nocivo, gracias a la acción exploratoria del sentido del gusto.

El *estómago* es la estación siguiente en el proceso de la digestión. En él permanece la comida durante unas horas, gracias a que tanto la entrada del estómago





Gusto

El gusto nos ayuda a distinguir las sustancias útiles de las dañinas. El sentido del gusto está localizado en unas papilas de la superficie de la lengua, denominadas gustativas. Hay también unas papilas especiales que se encargan de eliminar los sabores anteriores.

La saliva

Gracias a la saliva que segregan las glándulas salivares, se ablanda el alimento. Las enzimas de la saliva comienzan la descomposición química de los hidratos de carbono del alimento. Notamos el sabor dulce del pan o de la cola de un sello de correos porque las enzimas de la saliva han comenzado a descomponer la de por sí insípida dextrina (derivado del almidón). Cuando "se hace la boca agua" ante algo apetitoso, es que entran en actividad las glándulas parótidas. A la izquierda se ve también la epiglotis, que cierra la tráquea cuando comemos, para que no entre la comida por el conducto inadecuado.

como su salida se mantienen cerradas por robustos esfínteres. El contenido del estómago es agitado luego mediante movimientos musculares de dicho órgano, de modo que toda la masa alimenticia se pone en contacto con las secreciones de los millones de glándulas de la mucosa intestinal.

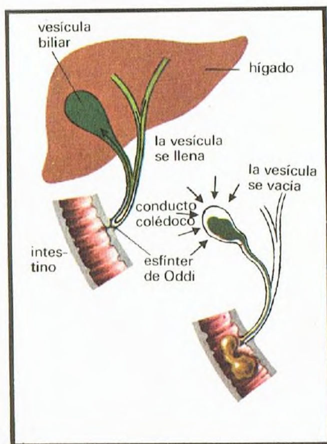
La *pepsina* del jugo gástrico descompone en moléculas menores las proteínas del alimento, a fin de que las restantes enzimas del páncreas e intestino, que descomponen a su vez estas moléculas, puedan funcionar eficazmente.

Gracias al ácido clorhídrico del estómago se destruyen las bacterias de los alimentos. Estos son prácticamente estériles cuando abandonan el estómago. Al vaciarse gradualmente el contenido de éste en el *duodeno*, se produce la última adición importante de enzimas y sustancias emulsionantes. La *vesícula biliar* se vacía de bilis concentrada, que emulsiona las grasas para que puedan asi ser absorbidas por la mucosa intestinal.

Gracias al *páncreas*, el contenido intestinal recibe una buena dosis de enzimas que pueden descomponer tanto las proteínas *(tripsina)* como las grasas *(lipasa)* e hidratos de carbono *(amilasa)*. A diferencia de la pepsina del jugo gástrico, las enzimas del páncreas trabajan mejor en un medio alcalino.

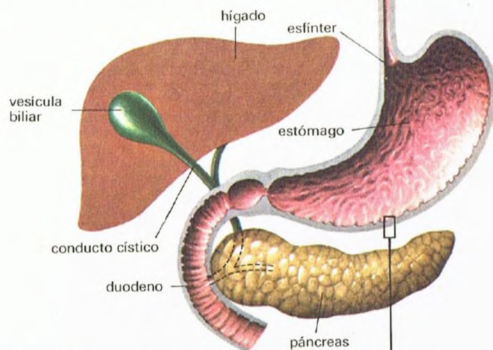
Por ello, el páncreas contiene gran cantidad de bicarbonato sódico, que neutraliza el ácido clorhídrico del estómago. Pero debido a que un medio alcalino es ideal para el desarrollo de las bacterias, se hace necesaria la previa desinfección en el estómago.

La comida llega ya al *intestino delgado* dividida en moléculas y puede, pues, realizarse la absorción.



Tragar

El tragar es un proceso muscular muy complicado que, una vez iniciado, se desarrolla automáticamente. El velo del paladar se oprime contra la parte posterior de la garganta para que la comida (rojo) no penetre por el conducto nasal, y la epiglotis cierra la tráquea. El alimento sigue su camino aunque estemos de pie, sentados o acostados. Cuando el bolo alimenticio ha llegado a la entrada del estómago, debido a los movimientos musculares de la pared del esófago, el esfínter del orificio, llamado cardias, se abre automáticamente, para que el bolo baje al estómago. Debido a que el estómago está dotado de esfínteres, tanto a la entrada como a la salida, el alimento queda encerrado en él durante la primera fase de la digestión, antes de pasar al duodeno, donde se segregan la bilis y el jugo pancreático.



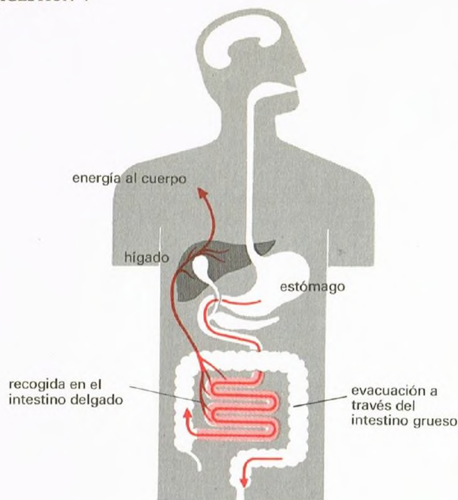
La bilis

La bilis emulsiona las grasas del alimento para que puedan ser absorbidas fácilmente por el intestino. Del hígado llega la bilis segregada al conducto colédoco, pero es retenida por un esfínter, que le cierra el paso. La bilis entra entonces en la vesícula biliar, en donde se acumula. Los alimentos grasos desencadenan el mecanismo de vaciado: la vesícula biliar se contrae, y el esfínter de Oddi se relaja.

Dentro del estómago

A la derecha vemos la mucosa del estómago en sección. Las células exteriores segregan un moco, que protege la membrana del jugo gástrico. La mucosa contiene gran cantidad de glándulas, las cuales segregan enzimas que descomponen las proteínas (pepsinas), y ácido clorhídrico. Este destruye las bacterias y da al medio el grado de acidez adecuado.





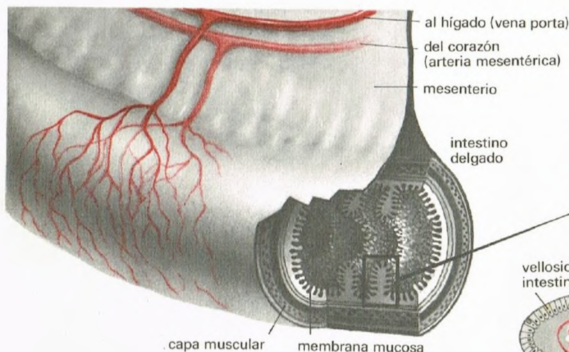
Aprovechamiento del alimento útil

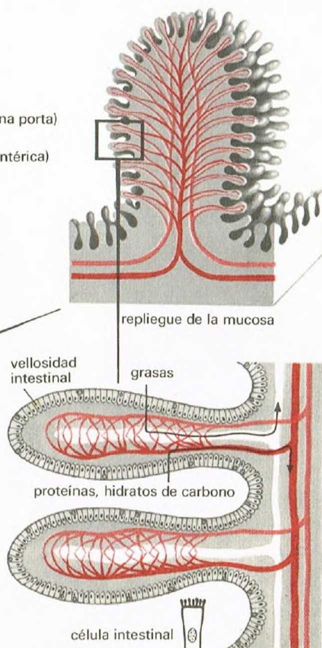
Las sustancias alimenticias se recogen de modo que el contenido del intestino, que ha quedado dividido en moléculas de proteína, grasa e hidratos de carbono, es absorbido por la membrana mucosa del intestino delgado, pasa a la sangre y es llevado, a través de la vena porta, desde el intestino delgado al hígado. El intestino delgado tiene unos 5 m de largo, y su contenido permanece en él unas 4 horas. Durante este tiempo ha de aprovecharse el alimento lo más completamente posible. Si el intestino delgado fuera del todo liso interiormente, no bastaría para ello; pero contiene millones de vellosidades y gran cantidad de pliegues en la membrana mucosa.

Absorción del alimento

Cuando el alimento está descompuesto en pequeñas moléculas, puede ser absorbido por la *mucosa del intestino delgado.* Las moléculas siguen entonces caminos diferentes. Las *proteínas* y los *hidratos de carbono* salen directamente a través de las células de la mucosa intestinal y van a la sangre por la tupida red capilar de las vellosidades intestinales. Una parte de las *grasas* sigue el mismo camino, pero la parte principal pasa, en forma de gotitas, entre las células, y se deposita en el *vaso linfático* situado en el centro de cada vellosidad intestinal. La parte principal de las grasas va también, a través de los vasos linfáticos, a la sangre. Los vasos linfáticos se reúnen poco a poco en un gran conducto que desagua en la vena subclavia izquierda. Emulsionadas así, las grasas pueden ser absorbidas directamente de la sangre por todos los tejidos del cuerpo.

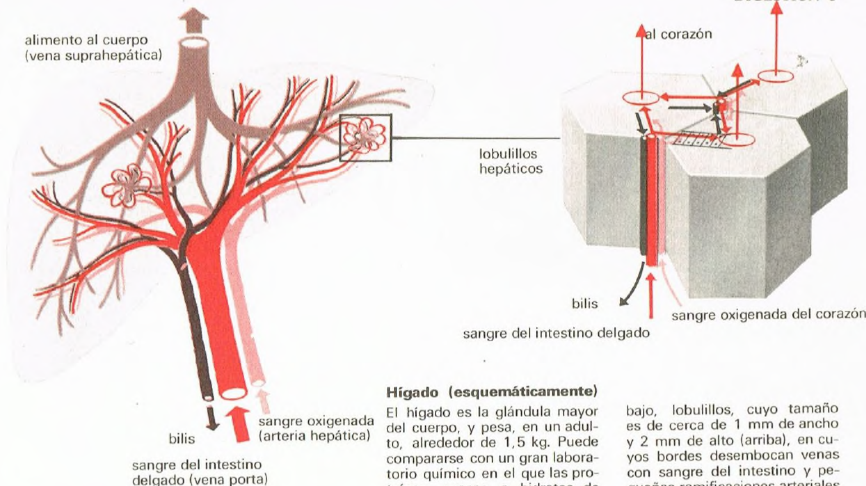
Toda la *sangre* de los intestinos se reúne en la gran vena porta, que desemboca en el hígado, donde se divide en vasos menores que llegan hasta las unidades de trabajo de aquél. Las células hepáticas absorben los alimentos que llegan desde los intestinos y los convierten en





Intestino delgado

El intestino delgado está colgado del mesenterio, en el que se hallan vasos sanguíneos arteriales y venosos. A través de las venas llega al hígado sangre pobre en oxígeno pero muy rica en alimento. En las paredes del intestino hay una capa muscular, y, por dentro, la mucosa, intensamente plegada, cuya superficie queda muy aumentada por pequeños abultamientos, llamados vellosidades intestinales. Arriba, a la derecha, se representa esquemáticamente un pliegue de la mucosa con vellosidades; y más abajo, vista al microscopio. Por otra parte, las células absorbentes tienen también unas proyecciones superficiales submicroscópicas.



Hígado (esquemáticamente)

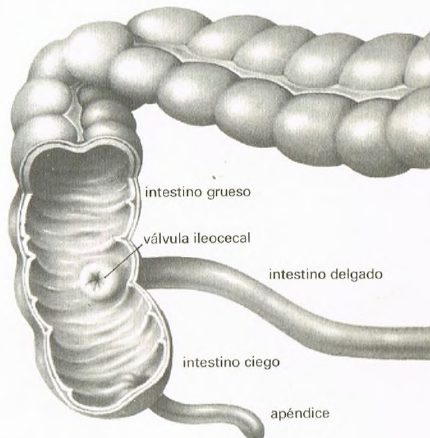
El hígado es la glándula mayor del cuerpo, y pesa, en un adulto, alrededor de 1,5 kg. Puede compararse con un gran laboratorio químico en el que las proteínas, grasas e hidratos de carbono de los alimentos, se transforman en proteínas, grasas e hidratos de carbono que necesita nuestro cuerpo. En el hígado se destruyen también muchas sustancias dañinas y se neutralizan numerosas hormonas. El hígado está formado por pequeñas unidades de trabajo, lobulillos, cuyo tamaño es de cerca de 1 mm de ancho y 2 mm de alto (arriba), en cuyos bordes desembocan venas con sangre del intestino y pequeñas ramificaciones arteriales con sangre oxigenada del corazón. La sangre pasa entre las capas de células, el alimento es recogido, y la sangre se vierte a través del desagüe del centro y es llevada hacia el corazón. Por otra parte, las unidades de trabajo suministran bilis al sistema del conducto biliar hepático.

sustancias propias de nuestro cuerpo, que son transportadas luego por la sangre que fluye desde el hígado. De este modo llegan a los tejidos del cuerpo y pueden ser utilizadas.

En el hígado se almacena también parte de los *hidratos de carbono* que absorbemos y que constituyen la reserva hepática de azúcar; sin embargo, ésta no basta para cubrir las necesidades de calorías. Una misión muy importante del hígado es la de contrarrestar los productos venenosos del metabolismo que se forman en el cuerpo. Las afecciones hepáticas pueden, pues, constituir estados patológicos mortales o, en todo caso, graves.

Cuando el alimento ha sido absorbido del contenido intestinal, y éste, ya inútil, ha sido vaciado en el *intestino grueso*, queda todavía una sustancia que absorber: el agua. Durante el trayecto desde la abertura bucal se ha expulsado una gran cantidad de saliva y de jugos gástricos e intestinales. Se calcula que la cantidad de agua segregada es de unos 7-8 litros, cuya mayor parte es reabsorbida en el intestino grueso, de modo que pueda emplearse otra vez por el cuerpo. En el intestino grueso hay bacterias que se supone producen ciertas vitaminas y cuya presencia impide quizás el crecimiento de otros gérmenes patógenos.

El *recto* es el punto final de almacenamiento de los excrementos. La mayor parte del agua ha sido ya absorbida, y en su lugar los excrementos se han mezclado con mucosidad intestinal, para eliminarlos sin mucha fricción.



Intestino grueso

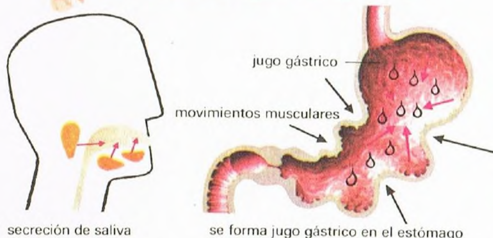
El intestino grueso es la última estación del tubo digestivo. Se asemeja al estómago por estar cerrado en ambos extremos, que poseen robustos esfínteres. Aquí vemos la unión del intestino delgado con el grueso, una válvula con esfínter que impide que retroceda el contenido intestinal. En el intestino grueso se absorbe el agua y las sales minerales. El pequeño "callejón sin salida" que hay al comienzo del intestino grueso se llama intestino ciego. Su apéndice vermicular, sin utilidad en el hombre, puede plantear problemas: el contenido del intestino puede almacenarse aquí y causar inflamación.



Cómo se regula la digestión

Nuestro aparato digestivo es un dispositivo, casi totalmente automatizado, que puede cuidar de sí mismo, esto es, sin intervención exterior. Al nacer, tenemos ya formados los *reflejos de chupar y masticar*. El *tragar* es una acción automática, al igual que el transporte del alimento hasta el estómago. Ingeniosos mecanismos en las paredes del aparato digestivo reaccionan cuando el alimento entra en contacto con las membranas mucosas, y se ocupan de que se entreguen al ritmo adecuado las enzimas y demás sustancias necesarias.

Una gran parte de esta actividad es regida por *redes nerviosas* especiales, que se hallan a lo largo de las paredes de todo el aparato digestivo y que dirigen los movimientos intestinales y la secreción de jugos gástricos o intestinales. Lo interesante es que el conjunto no está sólo regido por nervios, sino también por sustancias que se segregan en las paredes del estómago y de los intestinos, para aparecer después, a través de la sangre, en la vesícula biliar o en el páncreas, por ejemplo. Estas sustancias reguladoras de la actividad, descubiertas en las postrimerías del pasado siglo, fueron las que primero recibieron el nombre de *hormonas*, las cuales, transportadas por la circulación sanguínea, producen efectos específicos de activación o regulación en los diversos órganos.



La vista de la comida da la señal

La digestión comienza ya antes de comer. Cuando se tiene hambre y se piensa en una buena comida, o cuando se ve una mesa bien puesta, empieza a "hacerse la boca agua" —las glándulas salivales parótidas empiezan a segregar saliva—. En el estómago se comienzan a formar los jugos gástricos. Los movimientos musculares del estómago se aceleran esperando lo que ha de llegar. Las contracciones del estómago colaboran a la sensación de hambre. Por tanto, el aparato digestivo está bien preparado cuando se empieza a comer.

A

jugo gástrico

estómago

esfínter (píloro)

quimo

hormona (gastrina)

vesícula biliar

B

estómago

hormona (colecistoquinina)

hormona (secretina)

hormona (enterogastrona)

páncreas

duodeno

La comida desencadena en el estómago la reacción

En el estómago y duodeno trabajan mecanismos muy ingeniosos. Cuando la comida llega al estómago, se libera una hormona, la gastrina, que influye en las glándulas gástricas incrementando la secreción de jugos gástricos (A). Cuando el contenido del estómago está bastante ácido, se abre el píloro durante varios segundos, y una parte del alimento pasa al duodeno (B). La acidez se neutraliza en el intestino, y entonces llega una nueva porción desde el estómago. La mucosa del intestino produce ciertas hormonas (colecistoquinina, secretina y enterogastrona), que actúan de modo que la vesícula biliar se vacía, el páncreas segrega enzimas, y disminuye la secreción.

sistema nervioso central

Impulsos centrales y locales hacia el intestino

En las paredes intestinales hay conjuntos de células nerviosas en las que se inician los impulsos nerviosos, de modo que puedan mandarse señales, por ejemplo, de una parte de la mucosa hasta la parte siguiente. Así, los movimientos del intestino y la secreción de jugos se regulan dentro de la pared. Los nervios, parasimpáticos y simpáticos, de la pared intestinal, sólo activan o disminuyen su acción.

● sistema nervioso parasimpático

● sistema nervioso simpático

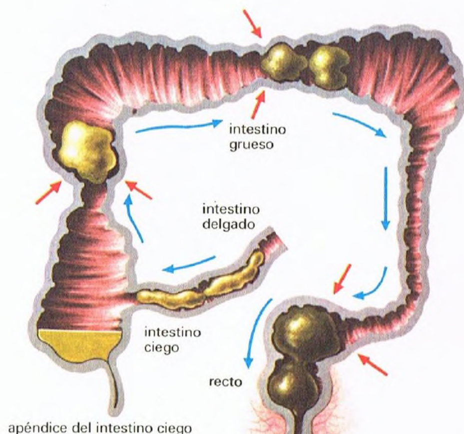
plexo nervioso local

pared intestinal

información

comida

Sin embargo, el aparato digestivo no tiene un autogobierno absoluto. El cuerpo debe repartir el trabajo entre los distintos sistemas de órganos. Por ello, la actividad del aparato digestivo puede ser influida exteriormente, y de modo principal, por los dos *sistemas nerviosos autónomos:* el *parasimpático* y el *simpático*. Los movimientos de los intestinos y las secreciones de las glándulas pueden acelerarse por medio del sistema parasimpático. El sistema simpático prepara el cuerpo para, p. ej., los esfuerzos físicos o la huida. Puede detener los movimientos intestinales y la digestión, para que la sangre que se precise en aquélla vaya, en cambio, al sistema muscular. Si se está nervioso, se puede perder el apetito o tener sequedad de boca. El sistema parasimpático puede exaltar los movimientos intestinales y provocar excesivas secreciones, con el consiguiente malestar. Aún no se conocen bien todos los detalles que conciernen al aparato digestivo. Por ejemplo, no se sabe exactamente a que se debe la sensación de hambre. En cambio, sabemos que los mecanismos que regulan la preparación de la digestión, tanto para tomar alimentos como para eliminar las partes insolubles, están muy bien coordinados. Por consiguiente, es muy importante no disturbar demasiado estos mecanismos para que no se deterioren. Conviene, p. ej., mantener un ritmo regulado en las comidas.



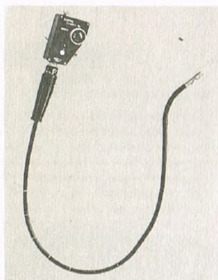
El intestino se vacía

Gracias a la absorción del agua en el intestino grueso, su contenido se convierte en una masa sólida y moldeable. Se transporta hacia el recto, normalmente vacío. Cuando se ha reunido una cantidad adecuada de excrementos, se llena la parte inferior de éste. Unos nervios de sus paredes emiten señales, que llegan al cerebro para su aprobación. Si ésta se da, el esfínter se relaja, y los músculos de las paredes intestinales envían excrementos. Los esfuerzos se realizan automáticamente. Este mecanismo puede alterarse fácilmente.



Palpación abdominal

La palpación abdominal, como suele llamarse clínicamente, parece a simple vista un reconocimiento muy simple. Realizado por las expertas manos del médico da, sin embargo, informaciones muy útiles. El mal puede ser a menudo localizado, debiéndose, p. ej., a la contractura de los músculos abdominales sobre una úlcera del estómago o un apéndice inflamado.





Gastroscopia

Por el esófago puede introducirse una sonda flexible que llegue al estómago (a la izquierda). Si la sonda es hueca, pueden extraerse pruebas (lavado de estómago, abajo, izquierda). La sonda puede ser también un cable óptico en el que los rayos de luz pueden, por así decirlo, "doblar las esquinas". Si se acopla una máquina fotográfica a este dispositivo, llamado gastroscopio, puede fotografiarse el interior del estómago. En la ilustración superior de la derecha vemos una úlcera de estómago tal como aparece a través del gastroscopio.

Trastornos abdominales

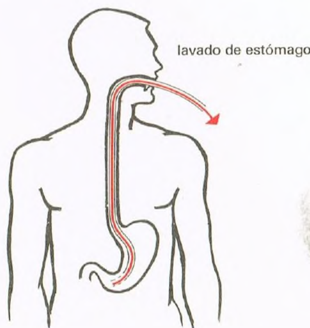
Todo el mundo ha tenido alguna vez trastornos abdominales. Las afecciones gástricas e intestinales y otras enfermedades del aparato digestivo son las dolencias que el médico encuentra más frecuentemente en su consulta.

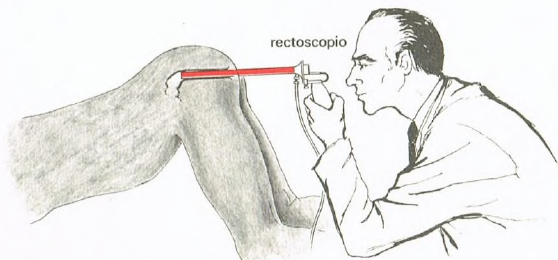
Malas digestiones, catarros gástricos (gastritis) o intestinales (endoenteritis), estreñimiento o diarrea amargan la existencia del hombre que vive en tensión. En Europa, un 6 % de los hombres y un 2 % de las mujeres padecen, en alguna época de su vida, ulcus gástrico o duodenal. Es bien sabido que el estómago es muy sensible a la ansiedad, la intranquilidad y a otras muchas influencias exteriores. Se sabe que la provisión de sangre a la mucosa gástrica, así como al tubo digestivo en general, que está regida por el sistema nervioso autónomo, se reduce con las emociones y se supone que la mucosa del estómago tiene menor resistencia a sus propios jugos y puede sobrevenir la úlcera. También la secreción de jugos gástricos –especialmente ácido clorhídrico– puede incrementarse más de lo que puede tolerar una mucosa normal.

Nuestros hábitos alimenticios desempeñan un importante papel en el funcionamiento del aparato digestivo. Sabemos que la úlcera de estómago es una afección derivada a menudo de la tensión nerviosa. En cuanto al *cálculo biliar*, se cree que es una enfermedad típica del bienestar. En los quirófanos, los enfermos con cálculos biliares aumentan

Rectoscopia

A través de la abertura anal puede introducirse un tubo metálico con una lente de aumento y una lámpara, llamado rectoscopio (abajo), y estudiar con él el recto. También se pueden tomar pruebas mediante rectoscopio, por ejemplo, de posibles tumores, así como tratarse hemorroides internas.





de acuerdo con el ritmo de elevación del nivel de vida. La causa de los cálculos biliares es todavía desconocida. Si un cálculo penetra en el conducto de la bilis, obstruye la vesícula biliar y aparece la ictericia. El mismo color amarillo se observa en las hepatitis. Una forma de contagio de las hepatitis víricas se ha puesto últimamente de moda: cuando el virus pasa a través de inyecciones y de sangre de pacientes infectados que se contagian al usarse agujas no esterilizadas correctamente. Si el paso del alimento es impedido, aparece una obstrucción intestinal, acompañada de calambres dolorosísimos. Si no desaparece, es necesario operar.

Especialmente en edades avanzadas hay que precaverse del *cáncer de estómago e intestinos*. Si el estómago enfermo no mejora en un tiempo prudencial, debe recurrirse al médico. Puede tratarse de cualquier inocente afección de estómago; pero *si* hay cáncer debe operarse cuanto antes mejor.



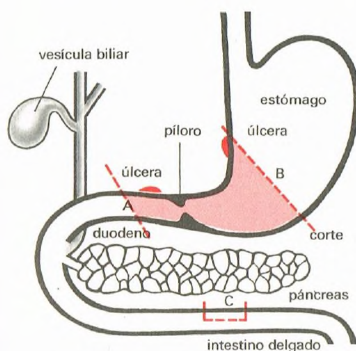
Ulcera de estómago

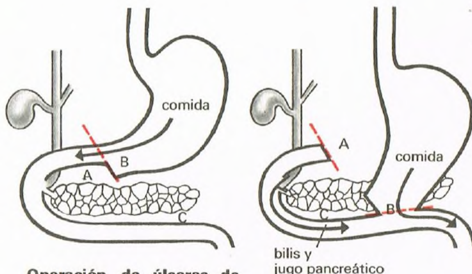
Para obtener una radiografía del estómago, el paciente ha de ingerir una papilla de contraste opaca a los rayos X. La papilla rellena todos los contornos de las mucosas y descubre una úlcera del tamaño de una moneda, con bordes inflamados (flecha).



Ulcera de duodeno

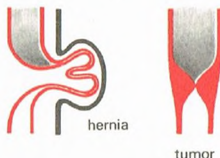
Aquí, la papilla de contraste ha fluido hasta la parte superior del duodeno. El contorno de la mucosa, que normalmente es redondeado y liso, muestra retracciones cicatrizadas de úlceras antiguas. Junto a la flecha, una úlcera de duodeno reciente.





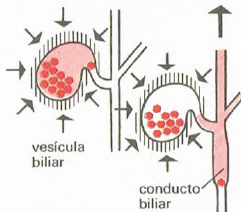
Operación de úlceras de estómago y duodeno

Al operar las úlceras de estómago o duodeno se extirpa la zona circundante. Una gran parte del estómago se suprime también para que disminuya la secreción de jugos gástricos. Arriba, puede verse dos formas de hacer una nueva boca de estómago. En el primer caso se cosen directamente los extremos A y B. En el segundo, el duodeno se cierra en A, dejando que el estómago se vacíe un poco más abajo, o sea en C.



Obstrucción intestinal

La obstrucción intestinal puede ser debida a varias causas. Arriba, a la izquierda, la pared del vientre ha cedido y ha aprisionado una porción de intestino (hernia); a la derecha, es un tumor lo que obstruye el paso. Cuando el alimento presiona sobre la obstrucción, puede causar dolores muy agudos.





Cálculo biliar

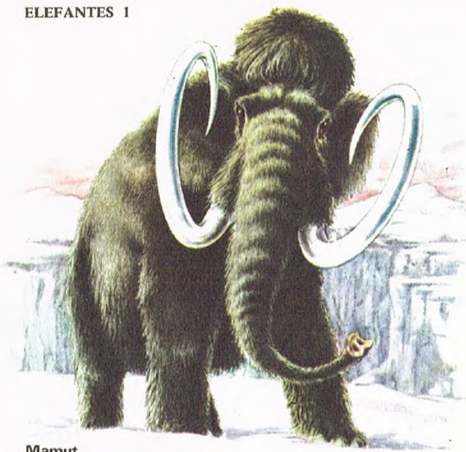
El cálculo biliar es una enfermedad corriente, aunque las piedras no siempre dan síntomas en la vesícula. Los ataques aparecen normalmente cuando un cálculo penetra en la salida de la vesícula o en el gran conducto biliar (arriba, a la izquierda). En este último caso se almacena bilis en el hígado. La sustancia colorante de la bilis retrocede por la sangre, y la piel y los ojos del paciente se vuelven amarillos (ictericia). Si está libre el paso a la vesícula biliar, las posibles piedras pueden descubrirse por radiografía (arriba, a la derecha).

ELEFANTES

La evolución del elefante

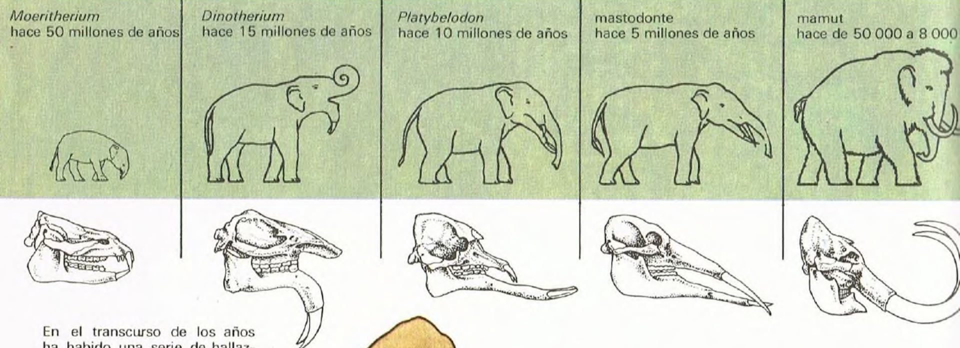
El elefante –el animal terrestre actual de mayor tamaño y uno de los más impresionantes– es el resultado final de una evolución que, hace unos 50 millones de años, comenzó con un animal poco más grande que un perro y que después pasó por una larga serie de formas ya desaparecidas. Sus características más notables (trompa y colmillos) destacaron pronto, y en lo que respecta a su tamaño sufrió grandes variaciones. Un elefante de los períodos glaciares, el mamut, llegó a alcanzar una altura de 4,5 m, mientras que el actual no rebasa los 3 metros.

Estudiando los fósiles se ha reconstruido la evolución de los elefantes. Hoy se sabe que habitaron en todas las partes del mundo, excepto en Australia.



Mamut

El antecesor inmediato del elefante, el mamut, fue un animal de los tiempos glaciares, contemporáneo del hombre del paleolítico, que vivió en el Hemisferio Norte. Era una bestia imponente y peluda, provista de enormes colmillos.



En el transcurso de los años ha habido una serie de hallazgos de mamuts fósiles. A fines del siglo pasado se descubrió en los hielos siberianos un mamut perfectamente conservado. Su carne, después de milenios, sirvió de alimento a los perros. Se cuenta, aunque no es cierto, que en un banquete organizado en honor de unos científicos rusos, se sirvieron filetes de mamut.

En Europa Central se encontró una mandíbula de mamut con un hacha de piedra incrustada, lo que sugiere una dramática escena cinegética en pleno período glaciar.



El elefante posee enormes molares, uno en cada semimandíbula. A lo largo de su vida utiliza tres juegos de molares; a medida que cada uno de ellos se desgasta, es reemplazado. En la figura se observa el molar 1, desgastado, y el molar 2, en uso.





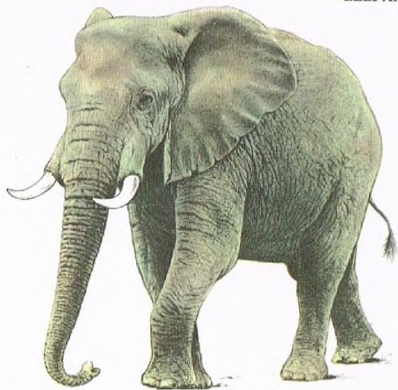
Los actuales elefantes de Africa y Asia son, pues, los últimos descendientes de la familia.

Los elefantes son herbívoros y pueden consumir diariamente unos 200 kg de hierbas y hojas, que recogen con la trompa, prolongación de la nariz y de un labio superior caracterizado por su fortaleza y flexibilidad. Los colmillos son dos incisivos superiores que crecen durante toda la vida del animal. Los molares presentan una superficie amplia, adecuada para triturar alimentos bastos. Por lo general, sólo funciona un molar de cada lado, y según se van desgastando, son reemplazados por otros nuevos que nacen más atrás. Cuando ha desgastado el tercer y último juego, el elefante es ya viejo. (Raramente vive más de 70 años.)

La preñez dura casi dos años. Las crías, al nacer, pesan unos 100 kg.; un viejo

macho africano puede llegar a los 7 000. No obstante su peso, el elefante es sorprendentemente ágil. Se mueve con gran seguridad en terrenos pedregosos y puede nadar sin dificultad. No puede galopar, pero trota con rapidez. Los elefantes salvajes suelen vivir en manadas de más de un centenar, conducidas casi siempre por una vieja hembra.

Los dos géneros de elefantes actuales, el africano y el asiático, son diferentes. El africano es de mayor tamaño, tiene la frente abombada y sus enormes orejas le llegan casi hasta la paletilla. Tanto el macho como la hembra están provistos de colmillos; y al final de la trompa poseen dos protuberancias. El elefante asiático, de menor tamaño y color más claro, tiene las orejas mucho más pequeñas y la frente recta; la hembra carece de colmillos. Por lo general, el elefante indio se destina a la doma; el africano proporciona el marfil.

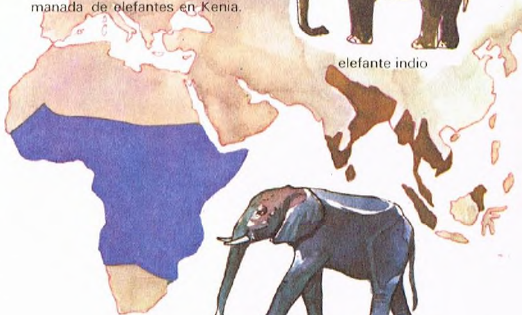


Elefante

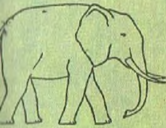
Existen hoy dos especies de elefantes: el indio, que vive en el sudeste de Asia, y el africano, propio del centro de Africa.
Los elefantes viven en las junglas y en las estepas o sabanas. Véase, en la ilustración, una manada de elefantes en Kenia.



elefante indio



elefante africano

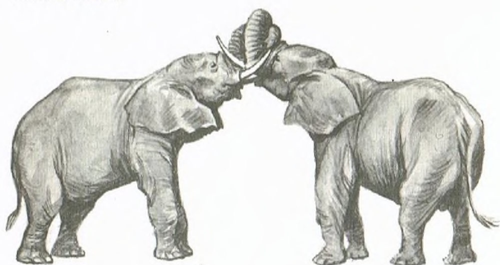




Predecesores

Pocos animales tienen un árbol genealógico tan claramente definido como el elefante. Un examen retrospectivo de sus antecesores nos muestra, paso a paso, la obra evolutiva de la naturaleza. El pequeño meriterio poseía unas menudas protuberancias en vez de colmillos. El dinoterio estaba provisto de enormes mandíbulas inferiores que le facilitaban la extracción de raíces. Con sus mandíbulas inferiores en forma de pala, el platibelodonte recogía plantas acuáticas. El mastodonte dispuso de largos y esbeltos colmillos en las mandíbulas superior e inferior; y el mamut tuvo enormes colmillos superiores en espiral.





El elefante salvaje y el domado

Con su peso y su fuerza, el elefante es el rey del mundo animal. Su potencia se complementa con una notable comprensión, por lo que está considerado como uno de los animales más inteligentes. Con su capacidad de adaptación y su ingenio, puede realizar numerosas tareas, tanto en estado salvaje como al servicio del hombre.

El elefante puede arrodillarse. Esto le permite levantar grandes pesos y facilita al hombre el montarlo.

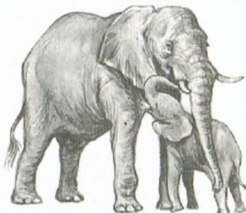
Ya se domesticaba hace más de dos mil años, habiéndose empleado en los conflictos bélicos como medio de transporte. Todavía durante la Segunda Guerra Mundial el ejército inglés lo utilizó para el traslado de tropas.

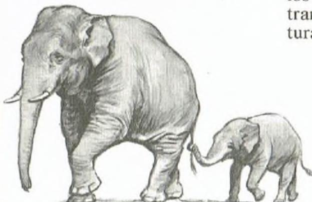
Los elefantes domésticos son, por lo general, asiáticos. En los países del sudeste de Asia resultan indispensables en las tareas forestales. A través de los intrincados bosques de teca, trasladan los troncos hasta los ríos, donde son transportados por la corriente. Para capturar elefantes salvajes se emplean otros

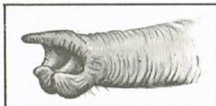
La trompa en acción

El elefante emplea la trompa en sus momentos más tiernos: para adiestrar sus crías, para ducharse y para su aprovisionamiento. Las crías maman aplicando directamente la boca a las glándulas mamarias de la madre situadas entre las patas delanteras.

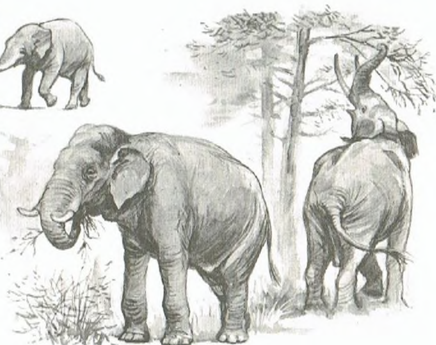
Gracias a las prolongaciones digitiformes que el elefante posee en el extremo de la trompa, es capaz de asir objetos muy pequeños. Lo mismo maneja un pequeño lápiz que un enorme tronco. La movilidad de la trompa le permite alzarla y seguir el rastro de cualquier olor lejano.







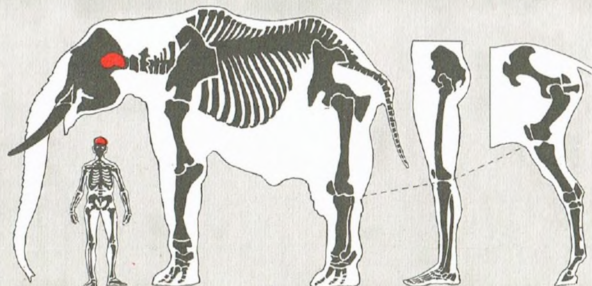




Cuerpo del elefante

Los colmillos del elefante no son caninos, sino incisivos enormemente prolongados. Este animal está dotado de un cerebro de gran volumen, lo que explica su sagacidad.

Las articulaciones de las patas del elefante, a diferencia de otros animales, no forman ángulos a fin de soportar mejor el enorme peso de su cuerpo. La articulación de la rodilla humana es muy semejante, ya que las piernas soportan todo el peso del cuerpo. El elefante es uno de los pocos animales que puede arrodillarse con las cuatro patas.



domesticados, que los conducen hasta el interior de una empalizada. El hambre y la sed facilitan su doma. El conductor (cornac) controla el animal dándole golpes detrás de las orejas y profiriendo voces de mando. El hombre ha utilizado ingeniosos métodos para cazar elefantes. Los árabes, p. ej., perseguían la presa a caballo y cortaban con la espada los tendones de las patas del animal, dejándolo inmóvil.
Los colmillos del elefante son muy codiciados. Por su elasticidad, el marfil se presta muy bien a ser torneado y pulido, utilizándose, p. ej., para fabricar teclas de piano, bolas de billar y objetos artísticos. Los colonizadores blancos llevaron a cabo, sobre todo durante el siglo XIX, una auténtica guerra de exterminio contra el elefante africano. Actualmente, la supervivencia del elefante está menos amenazada. En muchas zonas de Africa su caza está prohibida o reglamentada. La cámara fotográfica ha reemplazado al rifle, y el antiguo cazador de animales salvajes participa ahora en safaris fotográficos.



En la guerra
La historia nos habla de los elefantes de Alejandro Magno y del paso de Aníbal, a través de los Alpes, con sus elefantes, parecidos a gigantescos carros de combate, que sembraban el terror y la muerte.

En el trabajo
En el difícil terreno de la jungla india, el elefante actúa como un poderoso tractor. Valiéndose de la trompa y los colmillos, levanta y sostiene pesados troncos.







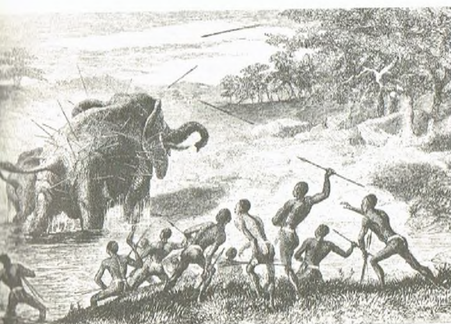
En una gruta se halló dibujado el contorno de un mamut, con el corazón marcado en rojo. Dicho dibujo nos recuerda las actuales instrucciones de caza indicadoras de que un disparo mortal debe alcanzar al elefante en la frente o en el corazón.







En las diversiones y fiestas
El elefante domado es también un elemento imprescindible en las fastuosas procesiones y solemnidades indias, en los parques zoológicos y en las pistas de circo del mundo entero.



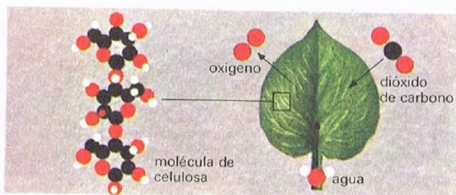


máximo
3 m
100 kg

La caza del elefante

Ya en la prehistoria, el marfil fue muy apreciado para la fabricación de utensilios y herramientas. La famosa cabeza de Brassempouy está probablemente tallada en marfil de mamut.

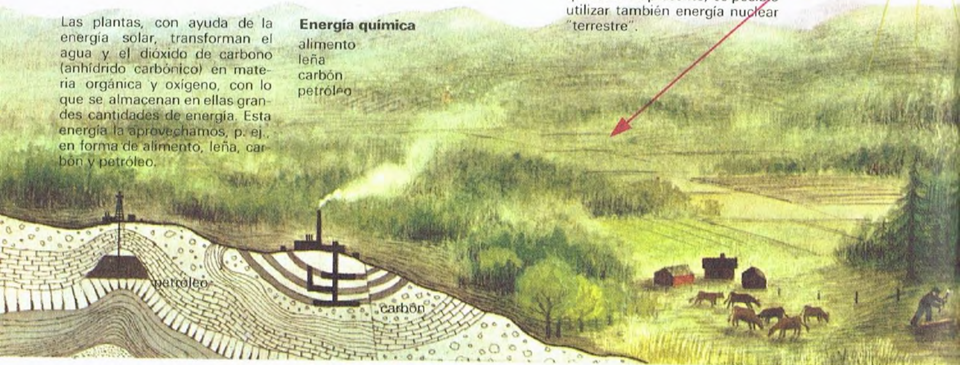
La primitiva caza del elefante resultaba cruel. En este grabado, que ilustra el libro de Livingstone, vemos cómo los negros han hecho entrar en un pantano un elefante hembra y su cría, para acribillarlos con lanzas envenenadas. La hembra intenta defender su vástago.



Energía solar

Casi toda nuestra energía procede originariamente del Sol. Es tan efectiva que se necesitaría iluminar cada metro cuadrado de la superficie terrestre con unas 10 lámparas de 100 vatios para conseguir un efecto equivalente. En el Sol tiene lugar una reacción nuclear que podemos aprovechar en forma de radiación solar o transformada en energía mecánica o química. Al presente, es posible utilizar también energía nuclear "terrestre".





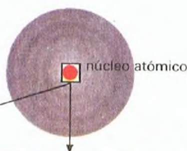
Las plantas, con ayuda de la energía solar, transforman el agua y el dióxido de carbono (anhídrido carbónico) en materia orgánica y oxígeno, con lo que se almacenan en ellas grandes cantidades de energía. Esta energía la aprovechamos, p. ej., en forma de alimento, leña, carbón y petróleo.

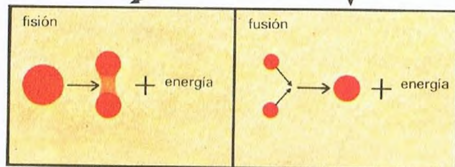
Energía química

alimento
leña
carbón
petróleo

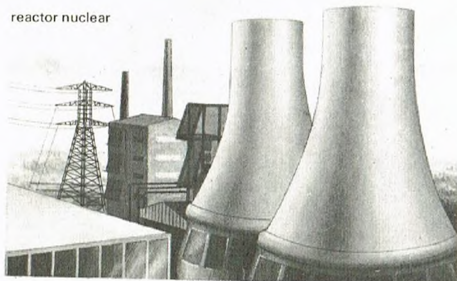
Energía nuclear

Cuando se rompen núcleos atómicos pesados (fisión) o se unen núcleos ligeros (fusión) se transforma en energía una parte de materia. La energía nuclear del Sol se produce por fusión; la energía de un reactor nuclear se produce por fisión.





reactor nuclear



ENERGIA

Fuentes naturales de energía

Antiguamente se adoraba al Sol como un dios dador de vida. Sólo la investigación moderna ha probado cómo la vida depende de la energía solar.

La Tierra está a la distancia precisa del Sol para que su *energía de radiación* proporcione una temperatura que posibilite la vida tal como la conocemos. A la equivalencia actual de las tarifas eléctricas, la energía que nos llega del Sol supondría un gasto de 15 000 pesetas por hectárea y por hora.

Con ayuda de la energía solar, en las plantas se produce materia orgánica y oxígeno, partiendo del agua y el dióxido de carbono. En esta reacción química vital –la llamada fotosíntesis– grandes cantidades de energía solar se transforman en *energía química*. Cuando las plantas y los animales, o nuestro propio cuerpo, queman materias orgánicas al consumir alimentos, o cuando encendemos un haz de leña, se libera también energía solar. Gran parte de la energía utilizada es energía solar que ha permanecido almacenada químicamente, durante millones de años, hasta su liberación en un motor de automóvil o en una caldera de calefacción. Hace millones de años, plantas y animales quedaron sepultados bajo la superficie terrestre, convirtiéndose con el tiempo en petróleo o carbón.

salto de agua

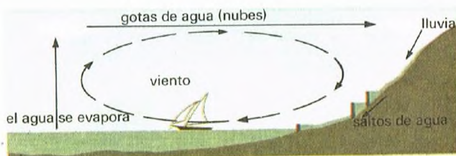
central eléctrica

Radiación solar
luz
calor

Energía mecánica
viento
agua

El Sol calienta el agua del mar, que se vaporiza y cae en forma de lluvia y proporciona energía mecánica mediante los saltos de agua. El aire caldeado por el Sol asciende y suministra también energía mecánica: los vientos.

La radiación luminosa y calórica del Sol, situado a 150 millones de km, proporciona la energía que hace posible la vida en nuestro planeta.



El Sol calienta la Tierra. El aire caldeado asciende y arrastra consigo vapor de agua que, poco a poco, se enfría y se condensa, formando nubes. El agua de la lluvia proporciona *energía mecánica* utilizada en ríos y saltos de agua que podemos transformar, en las centrales hidráulicas, en energía eléctrica. El viento suministra energía mecánica para las embarcaciones a vela y los molinos de viento.

En nuestro siglo se ha demostrado que es posible colocar el signo de igualdad entre materia y energía. En la reacción nuclear que tiene lugar en el interior del Sol, el hidrógeno se transforma en helio (es decir, se aniquila una parte de la materia solar para transformarse en *energía nuclear)*. De manera análoga, el hombre ha conseguido liberar, en un reactor atómico, la energía contenida en la materia y, de esta forma, independizarse del Sol como fuente de una gran parte de energía. La "combustión" de uranio en un reactor atómico es extraordinariamente costosa. Cuando se consiga una reacción nuclear técnicamente controlada, igual que las que se producen en el Sol, se obtendrán inagotables cantidades de energía a partir del agua ordinaria. Mas para la vida, incluso en el porvenir, será imprescindible la energía solar.



Aprovechamiento de la energía

Los animales dependen doblemente del Sol. Una vaca, p. ej., recibe energía solar, en parte directamente en forma de radiación, y en parte, indirectamente, en forma de energía química almacenada en las plantas. El Sol proporciona al hombre radiación luminosa y calórica, y también energía química mediante alimentos vegetales y animales. Podemos aprovechar asimismo la radiación solar y la energía química, y utilizar la energía mecánica de la naturaleza como fuerza motriz. Finalmente,hemos aprendido a imitar al Sol mismo en la producción de energía nuclear.

La gran transformación de la energía

Cuando se da cuerda a un reloj se realiza un trabajo que, en forma de *energía*, queda "almacenado" en la cuerda. Energía es todo lo que puede transformarse en trabajo mecánico. Cuando separamos un péndulo de la vertical, se realiza un trabajo. Mediante éste, el péndulo recibe cierta *energía potencial*. Al soltarlo, la energía potencial se transforma en *energía cinética* (o energía de movimiento). De la misma manera, la energía potencial del agua de un pantano se transforma en energía cinética que, en los generadores de una central, proporciona electricidad.

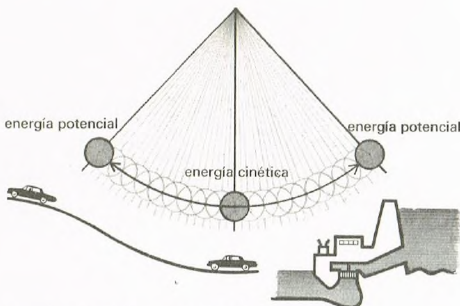
La *energía de radiación* del Sol proporciona *energía mecánica* a los vientos y al agua. La energía solar puede transformarse también en *energía química*, mediante las plantas y el oxígeno. Los animales comen plantas y transforman la energía química en *calor* y *energía mecánica* (energía muscular).

La energía producida por la naturaleza puede, a menudo, aprovecharse directamente. Pero el hombre ha aprendido también a utilizar otras fuentes de energía, como la máquina de vapor, lo que ha hecho posible transformar la energía térmica en trabajo mecánico. La posibilidad de transmutar la energía cinética en *energía eléctrica* ha simplificado la producción de energía para múltiples aplicaciones. La energía eléctrica puede transformarse fácilmente en *luz, calor* y *energía mecánica*.

La energía, en sus diversas formas, tiene una tendencia natural a pasar a *energía térmica*. En los átomos y moléculas el calor es, en realidad, una forma de energía cinética. Por ello, nunca podemos conseguir transformar por completo la energía calórica en trabajo mecánico, lo que explica el bajo grado de rendimiento de las máquinas de vapor y de los motores de explosión.

La energía no desaparece nunca; sólo se transforma. En nuestros días, el hombre ha conseguido también transformar *la materia* en energía y la energía en materia, mediante las reacciones atómicas. En efecto, la materia es también una forma de energía.

Como trabajo, energía y materia son directamente equivalentes, se empieza a usar, cada vez más, una unidad común de energía, que ha recibido su nombre del físico inglés James Joule. Cuando se eleva un kilogramo a la altura de un metro, se efectúa aproximadamente el trabajo de 10 julios. Si se pudiera transformar íntegramente 1 gramo de materia en energía se obtendrían 90 billones de julios.



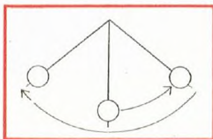
Energía potencial y energía cinética

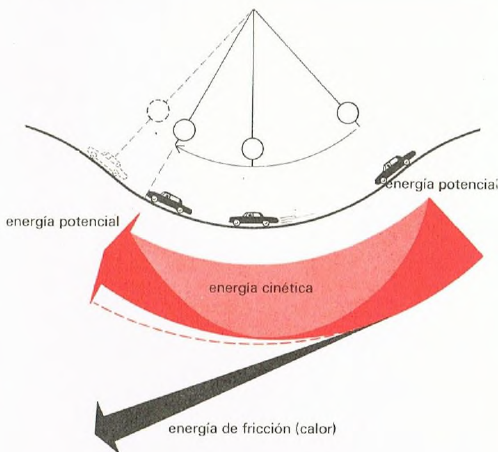
Cuando un péndulo está en una posición lateral posee energía potencial, o sea, que por su situación se halla en disposición de realizar un trabajo. Cuando empieza a moverse hacia la posición central, la energía estática se transforma en energía cinética que, al pasar al otro lado, vuelve a ser estática.

La energía potencial del agua embalsada se convierte en energía cinética cuando el agua cae sobre la turbina. La energía cinética del automóvil se transforma en energía potencial cuando sube una cuesta, y en energía cinética cuando desciende.

El péndulo ideal

El péndulo ideal no pierde energía cuando se mueve. La energía potencial se transforma enteramente en energía cinética, y viceversa, porque el péndulo, en cada movimiento, recorre la misma distancia.





El péndulo real

Sin embargo, en la práctica el péndulo pierde siempre una parte de la energía mecánica, que escapa en forma de energía calórica. Cuando el coche corre cuesta abajo, no por ello se transforma toda la energía potencial en energía cinética. A causa de la fricción se pierde una parte de energía, y el coche no sube cuesta arriba tanto como antes ha bajado.

Energía primaria
Energía nuclear
carbón
Energía química
petróleo
alimento
Energía de radiación
Energía mecánica
viento
agua

Energía secundaria
Calor
máquina de vapor
Movimiento
turbina
Energía eléctrica
generador
Energía química

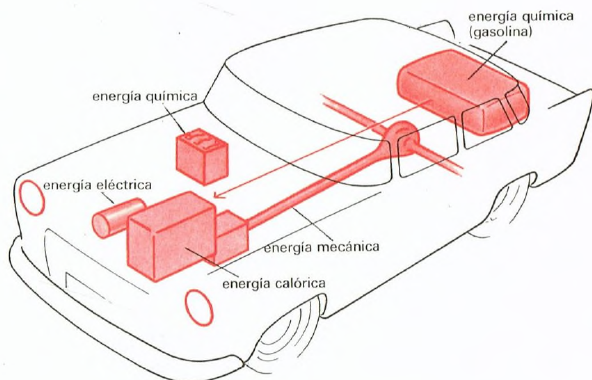
Energía útil
luz y calor
trabajo muscular
movimiento
luz
radio
calefacción
aspirador

Transformación técnica de la energía

En el cuadro de arriba puede verse cómo la energía primaria —energía de radiación y nuclear, energía química y mecánica— se hace utilizable prácticamente por medio de diversas transformaciones. Ciertas formas de energía pueden emplearse directamente, y otras experimentan toda una serie de cambios.

Transformación de la energía en un automóvil

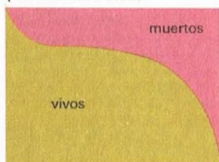
En el depósito de gasolina del automóvil hay energía química almacenada en el combustible. En el motor, esta energía se transforma en energía mecánica (cinética) y calor.
En la dinamo o alternador, la energía mecánica se transforma en electricidad. La energía eléctrica puede, a su vez, almacenarse, como energía química, en la batería de acumuladores.

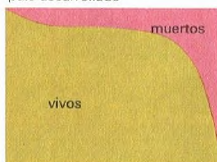




Propagación de las enfermedades, antes y ahora

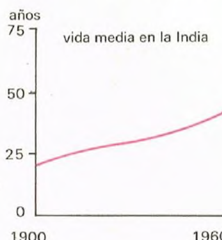
En la época de los barcos de vela, las diligencias y las locomotoras de vapor, un viaje a través de mares y continentes podía durar varios meses. Si una persona resultaba contagiada en un país extraño, a menudo podía curarse durante el viaje, con lo que, al volver a su hogar, ya no ocasionaba ningún contagio. Los actuales aviones a reacción vuelan, en unas horas, sobre océanos y continentes; al regresar a su patria, una persona contagiada en una remota parte del mundo puede ser portadora de peligrosas bacterias o virus, incluso antes de que se le haya manifestado la enfermedad.





Mortalidad en los países subdesarrollados y en los desarrollados

La figura intenta dar una idea esquemática de cómo se halla distribuida la mortalidad, por edades, en los países subdesarrollados y en los desarrollados. En los primeros, la mortalidad infantil es muy alta, mientras que en los segundos es escasísima. Cuando, en un país subdesarrollado, se logra sobrepasar los años de infancia y juventud, durante los cuales se corre el mayor peligro de morir por desnutrición o infecciones, la vida del ya adulto puede ser tan larga como la de cualquier otro de un país desarrollado.





Vida media en los países subdesarrollados y en los desarrollados

En la parte superior se demuestra gráficamente el desarrollo de la población en la India y en Suecia. Pese a que la vida media ha aumentado casi por igual en ambos países, en la India aún no ha alcanzado la duración que tenía en Suecia antes de 1900. Estas diferencias se deben principalmente a la gran mortalidad infantil de los países subdesarrollados.

ENFERMEDAD

Las enfermedades en el mundo

Para el paciente, la enfermedad es una alteración de su salud, que le ocasiona determinadas molestias. El médico, para eliminarlas, debe buscar las causas; su labor, por tanto, no se limita a aliviar los malestares del enfermo, sino que además intenta definir el tipo de mal, para aplicar el tratamiento debido. Y también pretende prevenir las enfermedades, en vez de curarlas.

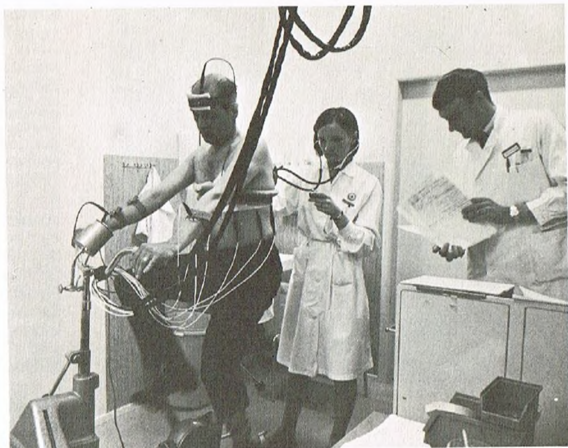
Hay notables diferencias entre los tipos de afección que afligen a los países subdesarrollados y las que aparecen en los desarrollados. En los primeros, predominan las enfermedades infecciosas y las causadas por desnutrición, y la muerte de gran parte de sus habitantes se produce en edad prematura, siendo causas principales la deficiente alimentación y la carencia de los más elementales conocimientos de higiene.

En los países desarrollados se ha logrado vencer este tipo de enfermedades. En cambio, dominan las causadas por el *bienestar*. Si se incluyen las hemorragias cerebrales entre las *enfermedades cardíacas y vasculares*, este grupo es el responsable de casi una tercera parte de las muertes que tienen lugar en un país desarrollado. Los principales factores de la frecuencia, cada vez mayor, de estas enfermedades son la falta de ejercicio y una dieta equivocada. También se ha observado un incremento de las *enfermedades tumorales*, debido a que el promedio de vida ha aumentado y es mayor el número de personas que llegan a viejas. Por otra parte, la tensión y el ajetreo de la vida moderna son las causas de que cada día sea mayor el número de personas que padecen *perturbaciones psíquicas*.

La lucha contra las enfermedades puede realizarse a escala nacional o internacional. La *vacunación* es una manera muy efectiva de preservarse de ciertas enfermedades infecciosas. Gracias a ella, ha disminuido notablemente el riesgo de propagación que entraña toda enfermedad contagiosa. Mediante los informes epidemiológicos diarios de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las autoridades sanitarias de todo el mundo están informadas acerca de los posibles riesgos de contagios, y pueden tomar las medidas necesarias para controlar su propagación.

La ayuda masiva de los países desarrollados puede remediar una dificultad momentánea (p. ej., una catástrofe) de un país subdesarrollado; pero más eficaz es realizar en él una planificación sanitaria a largo plazo, para que en un futuro próximo se beneficien por sí solos.





Amenazas contra la salud en los países desarrollados...

En los países desarrollados, el progreso técnico ha hecho posible disponer cada vez de más tiempo libre. Muchas personas lo aprovechan para hacer ejercicios físicos y robustecerse —como los bañistas de la izquierda—. Pero, ¿está limpia el agua, está libre de impurezas el aire? Las sustancias nocivas que hay en el aire y en el agua amenazan, a menudo, nuestra salud.

La técnica y el alto nivel de vida pueden también acarrear ciertos perjuicios a nuestra salud. Debido al incremento del ritmo de trabajo, a una vida sin mucho ejercicio físico y a una alimentación excesiva en todos los órdenes, muchas personas padecen stress o enfermedades cardíacas y vasculares. Si ponemos a prueba nuestra forma física, como el hombre que aparece en la figura de la parte superior derecha, quizás admitiremos que nuestro cuerpo es, en la práctica, mucho más viejo de lo que la edad real indica.



enfermedades cardiovasculares
stress
obesidad
neurosis
intoxicaciones

país desarrollado

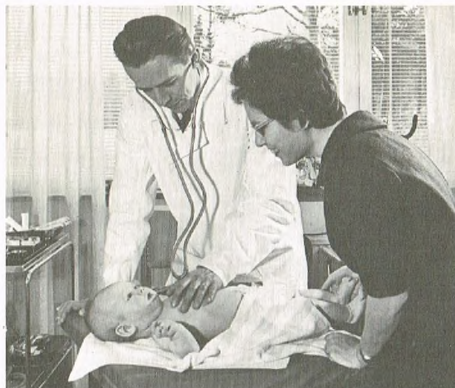
país subdesarrollado

desnutrición
tuberculosis
malaria
cólera
peste
lepra

...y en los países subdesarrollados

Los habitantes de los países subdesarrollados no precisan realizar ejercicio físico como medida profiláctica. Su vida es lo bastante dura como para que su esfuerzo cotidiano sea incluso excesivo, por más que muchas veces no guarde ninguna relación con los resultados obtenidos. Al no poder alimentarse adecuadamente, estas personas son fácilmente víctimas de la desnutrición. Además, se ven amenazadas por el medio ambiente, lleno de bacterias y parásitos patógenos contra los que no siempre se puede luchar. Por otro lado, el total desconocimiento de las normas básicas de higiene, por parte de grandes masas de población, dificulta aún más el problema.





cuidado de la madre y el niño
sanidad escolar
higiene dental escolar
vacunación
sanidad en las empresas
control sanitario general
cuidado de ancianos



De la puericultura a la gerontología

La sociedad moderna no sólo intenta curar, sino prevenir también las enfermedades; para ello toma distintas medidas.
A los pocos días del nacimiento, se realiza el primer control sanitario. En la escuela, en el servicio militar y en los lugares de trabajo también se efectúan controles de este tipo. Por medio de la vacunación, la población adquiere una protección contra las enfermedades contagiosas. Las autoridades sanitarias y diversos organismos controlan la calidad y el grado de higiene de los artículos alimenticios, del agua, etc. Actualmente, la gerontología ha apreciado la importancia de evitar el aislamiento y la falta de ocupación de las personas mayores.

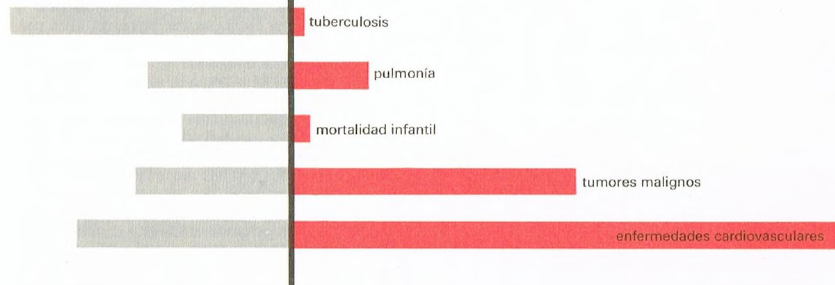
Lucha contra la enfermedad

La ciencia médica moderna ha encontrado remedios contra muchas enfermedades que hace sólo 60 ó 70 años eran consideradas muy graves. Las enfermedades infecciosas, que antiguamente segaban muchas vidas, hoy se curan gracias a los antibióticos. Ciertas afecciones intestinales, como la apendicitis –que, a principios del siglo XX, era considerada mortal–, se resuelven ahora sin dificultad en los modernos quirófanos.
A medida que ha ido progresando la medicina, ofreciendo al hombre la posibilidad de alargar su vida, ha ido aumentando también la importancia de las enfermedades de la vejez. El *cáncer,* p. ej., cada vez aparece con más frecuencia; cuantos más años alcanza una persona, tanto mayor es el peligro de que padezca algún tipo de cáncer.
También se ha observado un incremento de las *enfermedades crónicas cardíacas y vasculares.* Ello se debe, en parte, a que cada vez hay más personas que llegan a viejas, pero mayormente a la agitación de la vida moderna y a una alimentación tan rica como inadecuada; el confort allana el camino a la arteriosclerosis. El infarto cardíaco, que es una consecuencia de la esclerosis de las arterias coronarias del corazón, requiere largos cuidados médicos y una lenta rehabilitación.
Los fármacos modernos curan muchas afecciones, pero el *abuso incontrolado de productos farmacéuticos* puede tener funestas consecuencias. Si antes de ser lanzados al mercado, los productos farmacéuticos no se experimentan suficientemente, pueden provocar en los usuarios reacciones secundarias negativas. Un estremecedor ejemplo de ello es el de los niños talidomídicos. Fueron víctimas de un fármaco muy útil contra los malestares del embarazo pero que, según se demostró, tenía efectos secundarios nocivos para los fetos.
La medicina tiene aún muchos problemas que resolver. Por ejemplo, apenas sabemos en qué consiste, en el fondo, el envejecimiento. En varios paises se ha iniciado la investigación respecto a la vejez (gerontología). El cáncer es otro misterio todavía por desentrañar; en todo el mundo se realizan estudios para intentar descubrir su mecanismo de aparición. Hoy, casi toda la investigación médica se realiza en equipo; a menudo cooperan en ella especialistas de diversas ramas de la medicina, con el concurso de otros hombres de ciencia: físicos, químicos, etc. Los resultados se discuten en los grandes congresos médicos internacionales.

Causas normales de la mortalidad, antes...

El panorama sanitario ha variado notablemente desde principios del s. XX hasta nuestros días. El diagrama inferior muestra algunos ejemplos de enfermedades cuyo número de víctimas ha aumentado o disminuido con respecto al comienzo del siglo. Entonces las enfermedades infecciosas eran un tremendo azote; la tuberculosis, p. ej., segaba muchas vidas. Las malas condiciones de las viviendas y una higiene deficiente cooperaban en la propagación de los contagios. Los niños y los jóvenes eran los más afectados por dichas enfermedades. Muchos morían durante el primer año de vida: el índice de mortalidad infantil era enorme.





...y ahora

Gracias al aumento de los recursos técnicos de los hospitales para niños y a la aparición de los antibióticos se ha logrado disminuir notablemente la mortalidad infantil. También ha descendido de manera considerable el número de las enfermedades infecciosas, merced a los antibióticos, a las mejores condiciones sociales y al aumento de las posibilidades de diagnóstico. Por medio de radiografías masivas puede rastrearse la tuberculosis. Y con los controles sanitarios escolares (figura de la derecha) se pueden descubrir a tiempo las enfermedades.

Sin embargo, el hecho de que aumente la mortalidad causada por enfermedades tumorales, entre ellas el cáncer, y por enfermedades cardíacas y vasculares se debe en gran parte a que ahora sobrevivimos a otras muchas enfermedades y alcanzamos una edad más avanzada. También, el aumento señalado en el diagrama debe atribuirse a otros factores, p. ej., a una mejor diagnosis.



ESPECIAS

El jardín de las especias

¡Cuánta magia, atractivo y tradición encierra la palabra "especia"! Antiguamente, los marinos realizaban audaces viajes para adquirir *especias exóticas* en lejanos países. Al mismo tiempo, los frailes cultivaban en los jardines de sus conventos *especias* procedentes de los países cálidos.

Desde la Edad Media hasta el s. XIX, se acostumbraba a reservar en los jardines un rincón bien cuidado donde se cultivaban especias traídas de los países templados. En verano, las plantas frescas se colocaban en floreros, mientras que, en invierno, las hierbas secas se conservaban en las llamadas macetas de fantasía. Muchas de estas plantas aromáticas se utilizaron en infusiones como bebidas medicinales o estimulantes, y también en la cocina, en bebidas, en perfumes y en otros productos. En el arca de la ropa blanca se solía poner unas bolsitas con lavanda seca que daba a las prendas un perfume fresco y agradable. Para que la polilla no entrara en el guardarropa, se colgaban entre los vestidos "ramos contra la polilla" compuestos de varias hierbas olorosas.

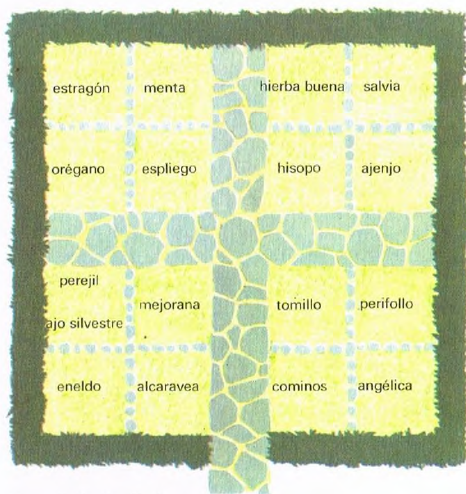
A principios del s. XIX se empezó a usar las especias exóticas; las caseras fueron abandonándose, disminuyendo también el interés por el cultivo, en jardín, de especias. Sin embargo, hace ya tiempo que la comida se condimenta, de nuevo, con gran variedad de especias; se han reanudado, pues, las antiguas tradiciones.

Las plantas de especias se reconocen fácilmente porque contienen sustancias aromáticas, con frecuencia aceites bastante fluidos, que actúan sobre los sentidos del olfato y del gusto. Estas sustancias aromáticas pueden encontrarse en cualquier parte de la planta: raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas. Las especias pueden dividirse según la parte de la planta que se utiliza, sin olvidar que en muchas plantas se emplean varias partes y, a veces, la planta entera. Las especias pertenecen a diferentes familias, pero las herbáceas, que existen o se pueden cultivar en las regiones templadas, son, en su mayoría, de la familia de las umbelíferas (p. ej., el perifollo, el perejil, el hinojo), y de las labiadas (la mejorana, el tomillo, la salvia). Algunas son propias de los países mediterráneos, otras de Escandinavia, de América del Sur, de Asia Menor o de la India. En la actualidad, más que como condimentos, todas estas plantas se utilizan, a escala industrial, para beneficiar los aceites esenciales.



El jardín de especias de los conventos

En los jardines conventuales de la Edad Media, los frailes y las monjas cultivaban, además de árboles y arbustos frutales y plantas medicinales, diversas especias que casi siempre procedían de los países meridionales. Desde los conventos se difundió después, por los hogares, el conocimiento de estas plantas y el empleo de sus partes aromáticas.



Un auténtico jardín de especias

Un jardín de especias, conforme al patrón tradicional, está dividido en cuadros mediante pasillos de piedra y cercado por un seto oloroso, p. ej. de hisopo o de espliego. Como la mayoría de las plantas de especias proceden de regiones meridionales, el lugar debe ser cálido y soleado. La tierra ha de ser ligera y no excesivamente abonada. Las plantas más pequeñas deben sembrarse en las partes interiores; las más altas, en las orillas. En los cálidos días del verano, el perfume de las plantas se mezcla en una sinfonía aromática muy agradable. El tranquilo, cálido y oloroso jardín de especias posee un ambiente y un encanto muy peculiares.


azafrán

Flores

El azafrán se extrae de los estigmas amarillos de una especie del género *Croccus*. Para obtener 1 kg de azafrán se necesita de 70 a 80 000 flores. En las flores femeninas del lúpulo se produce una sustancia amarga que da a la cerveza su característico sabor. Una especia utilizada en algunos licores, p. ej. la absenta, se obtiene de las puntas de las ramas en flor del ajenjo.


lúpulo


ajenjo


menta

Hojas

Las hojas de las diversas variedades de menta se emplean, como especia, en cocinas, y proporcionan el aromático mentol, ingrediente necesario para preparar ciertos medicamentos. Una planta muy conocida es el perejil, de alto poder vitamínico. De la mejorana y el tomillo se aprovecha toda la planta –tronco, hojas y flores– para aderezar ciertos platos. Las hojas secas del laurel sirven para conferir un gusto peculiar a diversos guisos (sobre todo, salsas y adobos). Las hojas del perifollo se consumen principalmente en ensalada. Varias de estas plantas son de cultivo muy antiguo. La mejorana se conocía en Egipto desde las primeras dinastías, y el perifollo y el tomillo eran empleados ya por griegos y romanos.


mejorana


tomillo


perejil


laurel


perifollo


ajo

Bulbos, frutos y semillas

Ya los babilonios y los egipcios consumían ajos. Del hinojo y del anís aprovechaban, como especia, las semillas. De los frutos del anís se extrae un aceite empleado en la fabricación del licor del mismo nombre y también en caramelos y otras golosinas. La almendra, tanto amarga como dulce, es el fruto del almendro. Sólo la almendra amarga se emplea como especia, sobre todo en repostería, aunque en pequeñas cantidades debido a su toxicidad. Los cominos –la semilla del comino– se utilizan para dar sabor al pan, al queso y a los licores. La mostaza se obtiene de las semillas molidas de la mostaza blanca o negra, esta última de sabor muy fuerte.


hinojo


anís


almendra


cominos


mostaza blanca

Comercio de especias y guerras originadas por su posesión

Las especias orientales fueron, en otro tiempo, una mercancía de alto precio en Europa. Por el deseo de poseerlas se originaron diversas guerras y se emprendieron temerarias expediciones hacia los países productores.

Cuando, en 1289, el veneciano Marco Polo regresó de su viaje a China y enumeró la gran cantidad de especias que había encontrado, el comercio con Oriente despertó gran interés, iniciándose un activo tráfico entre Oriente y Occidente, con Venecia como centro más importante. A mediados del s. XV, los turcos acabaron con este tráfico, terminando, con ello, la época de esplendor de Venecia.

La especia más codiciada era la pimienta, hasta el punto de que llegó a utilizarse como moneda. También fue esta especia la que motivó el viaje de los navíos portugueses que, mandados por Vasco de Gama, llegaron a la India en 1498, tras doblar el cabo de Buena Esperanza. El descubrimiento de la ruta marítima de la India produjo, en Europa, la caída de los precios de la pimienta. Ya algunos años antes había emprendido Colón su primer viaje hacia el Oeste, descubriendo un nuevo mundo al que llamó Indias, por creer que se trataba de la India, tierra de las especias. A pesar del error, América participó del comercio de las especias, sobre todo con el pimentón.

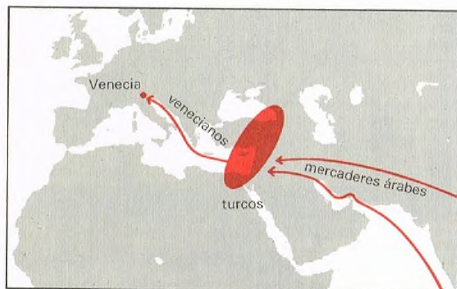
En el siglo XVI, los portugueses arribaron a Ceilán la "isla de la Canela". También la famosa expedición de Magallanes (primera circunnavegación de la Tierra), concluida por Elcano, se llevó a cabo, en parte, pensando en el comercio de las especias. El viaje duró desde 1519 hasta 1522 y fue terriblemente penoso. De las cinco naves que partieron, sólo regresó una, trayendo un cargamento de clavo que cubrió todos los gastos y que, incluso, proporcionó buenas ganancias.

El dominio portugués sobre el comercio de las especias terminó cuando, en 1640, los holandeses conquistaron Malaca. El monopolio holandés de las especias duró hasta fines del s. XVIII, en que Francia e Inglaterra se convirtieron en potencias coloniales. Los precios de las especias bajaron enormemente, y las amas de casa del s. XIX pudieron emplearlas con prodigalidad. A principios del s. XIX muchas especias cayeron en desuso, manteniéndose sólo la pimienta, la canela, el azafrán y alguna otra. En tiempos ya más modernos, tanto las especias europeas como las exóticas han inspirado ciertas fantasías culinarias.



Las comidas con especias

En el Medievo se empleaba una serie de especias exóticas como condimento de los diversos platos que se servían en la bien surtida mesa de la gente rica. Por este motivo, las especias constituían un signo de la situación social, al ser una mercancía carísima que, mediante peligrosos viajes marítimos a vela, era traída desde puntos muy remotos del Oriente. A menudo, las especias se pagaban, sin temor a exagerar, a peso de oro. Una de las principales causas de que las especias fuesen tan apreciadas la constituyó el hecho de que, antiguamente, la técnica de la conservación de los alimentos era muy rudimentaria. Los productos alimenticios difíciles de conservar frescos se condimentaban con especias fuertes y olorosas para mantenerlos en condiciones de uso.



Los turcos paralizan el comercio de Venecia

Los barcos de vela venecianos traían las especias de los países orientales del Mediterráneo, adonde las habían llevado desde la India, Ceilán y las Molucas los mercaderes árabes. Cuando, en el s. XV, los turcos conquistaron los países orientales del Mediterráneo, paralizaron el comercio de las especias al exigir fuertes aranceles aduaneros. Este fue uno de los motivos esenciales de la decadencia veneciana

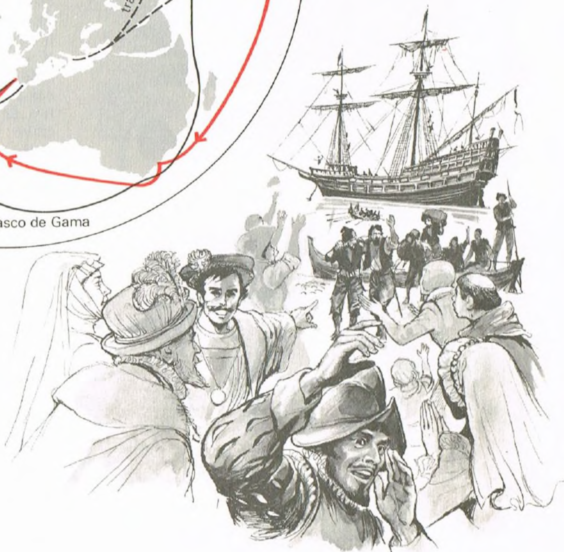






La ruta de las Islas de las Especias

El camino, por mar, hasta las legendarias Islas de las Especias (las Molucas) era largo y peligroso. En 1519 envió España, al mando de Magallanes, una flota de 5 navíos con destino a las Indias Orientales. Después de 3 años de dramáticas aventuras, sólo regresó un barco, pero gracias a haberlo hecho con las bodegas llenas de especias caras, pudo obtener pingües beneficios. La llegada de un barco especiero era saludada siempre con gran alegría por los comerciantes.
Arriba vemos unos indígenas cosechando las plantas de la pimienta, bajo la vigilancia de capataces blancos.



Nuevas rutas para el comercio de las especias

En la Edad Media, el transporte de las especias desde el Asia Oriental a Europa tenía lugar por mar, o por tierra a través de las rutas de caravanas. Ambas posibilidades fueron obstaculizadas por los turcos cuando conquistaron ciertos países orientales. La falta de especias obligó a las casas comerciales europeas a fletar navíos para largos viajes, con la esperanza de llegar a las lejanas Islas de las Especias. Colón, en sus viajes, llegó a las Indias Occidentales; otros, dando la vuelta a Sudamérica o Africa, llegaron a las Indias Orientales.



América

Entre las especias procedentes de la América tropical y del mundo insular adyacente, las más conocidas son la pimienta de Jamaica y el pimiento. La pimienta de Jamaica es el fruto del pimentero americano, secado antes de madurar. La mayor parte de esta especia procede de Jamaica. El pimiento llamado guindilla es un fruto bastante picante cuya tierra de origen es la América tropical, pero que ahora se cultiva, en numerosas variedades, en Europa y en el Este de Asia.



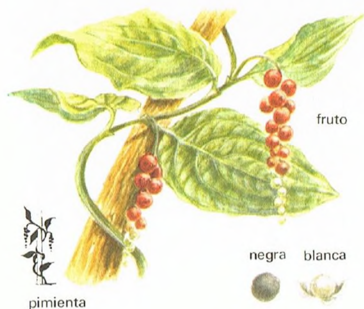


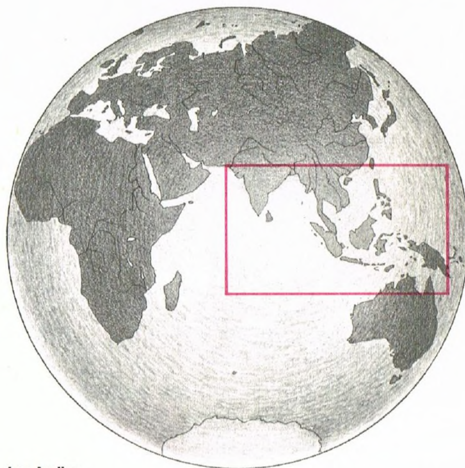
Las especias exóticas

Las largas rutas y los monopolios comerciales de las grandes naciones elevaron increiblemente el precio de las especias tropicales. Hoy, muchas de ellas son de uso corriente.

Algunas de estas especias proceden de la América tropical. Los frutos del pimentero son *los granos de pimienta* de Jamaica, cuyo sabor recuerda el de una mezcla de diversas especias. El pimiento dulce, la guindilla y el pimiento de Cayena son tres tipos de *pimiento* de distinta intensidad de sabor. Del gran pimiento rojo se aprovecha todo el fruto; las variedades pequeñas se muelen para convertirlas en polvo. Tanto el pimentón como la pimienta se utilizan en diversos platos de carne y pescado. La vainilla crece y se cultiva, entre otros países, en México. Los frutos sin madurar, de unos 20 cm de longitud, tras un proceso de fermentación forman las llamadas *vainas de vainilla,* que son de color marrón oscuro. En su superficie aparece muchas veces, cristalizada, la esencia de vainilla, la vainillina. Ahora la vainillina se fabrica también sintéticamente. Pero casi todas las especias exóticas se importan de las regiones tropicales del Viejo Mundo. *La pimienta negra* y *la pimienta blanca* se obtienen de una misma planta sudasiática, y son de las especias más corrientes. *La canela,* que es la corteza tostada de los retoños tiernos del canelo, se ha convertido en esencia muy empleada en postres y reposteria. Una especia usada con frecuencia en la elaboración de varias clases de bollos es el *cardamomo,* entero o molido, obtenido de las semillas negras y aromáticas del cardamomo. *El clavo* es el nombre de los botones secos del árbol del clavo y se emplea, entre otros usos, como condimento de numerosos platos de carne. La nuez moscada se obtiene del fruto del árbol del mismo nombre. La semilla con su arilo constituye la especia. La nuez moscada es de gusto fuerte y sirve para aromatizar, sobre todo, platos de huevos y spaghetti.

El jengibre lo constituyen los rizomas de una especie de lirio de las Indias Orientales. El nombre es una desfiguración del nombre latino de la planta *Zingiber,* denominándose también así a la cerveza, elaborada con jengibre, que beben los ingleses: "ginger beer". Muchas de las especias exóticas se preparan en mezclas especiales, p. ej., *curry* (jengibre, clavo, cardamomo, canela, nuez moscada y otras) y *las cuatro especias* (nuez moscada, pimienta blanca, pimienta de Jamaica y clavo), así como *el chili* mejicano (pimienta de Cayena, cominos, ajo, etc.).





Las Indias

De las innumerables plantas especieras del Viejo Mundo vemos aquí, en la parte superior, el pimentero del Sudeste asiático. Su fruto seco antes de madurar es la pimienta negra, mientras que la blanca, es la semilla obtenida del fruto maduro seco. La corteza, puesta a secar, del canelero de Ceilán proporciona la auténtica canela. El cardamomo es la semilla de una hierba del Sudeste asiático. El clavo y la nuez moscada son el producto de arbustos que crecen en las Molucas. El jengibre se obtiene de los rizomas de un lirio de las Indias Orientales.

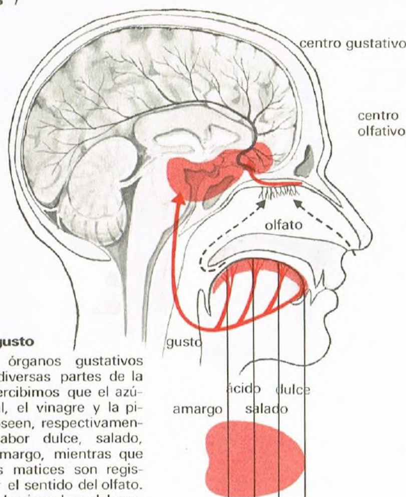






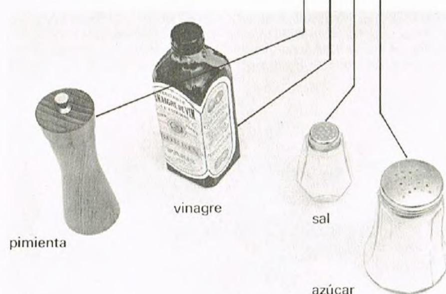






Olfato y gusto

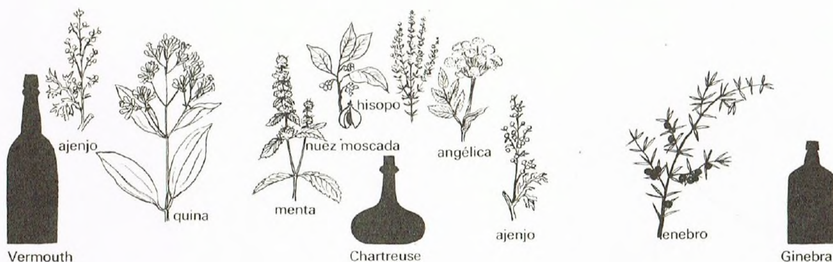
Mediante órganos gustativos sitos en diversas partes de la lengua, percibimos que el azúcar, la sal, el vinagre y la pimienta poseen, respectivamente, un sabor dulce, salado, ácido y amargo, mientras que los demás matices son registrados por el sentido del olfato. Lo mismo los impulsos del gusto que los del olfato son conducidos por los nervios hasta el cerebro.



Las especias en la comida y en las bebidas

Las especias se utilizan para condimentar comidas y bebidas. Por su sabor y olor agradables, despiertan el apetito y estimulan diversos órganos, de suerte que facilitan la digestión. La condimentación con especias es, por tanto, tan apreciada en una buena comida casera como en la minuta gastronómica de un "chef".

¿Cómo percibimos el gusto de las especias y sus propiedades? Los órganos del gusto son las llamadas papilas gustativas, localizadas en la lengua, que registran cuatro matices del sabor: dulce, salado, ácido y amargo. La sensibilidad para *lo dulce* está concentrada, sobre todo, en la punta de la lengua; para *lo salado* y *lo ácido*, en los bordes laterales; y para *lo amargo*, en la parte posterior. Los demás matices son sensaciones olfativas. Cuando la lengua presiona los alimentos contra el paladar, el aire es lanzado hacia atrás hasta la abertura nasal, arrastrando consigo moléculas que actúan sobre las células de la mucosa olfativa. Los sentidos del tacto y de la vista participan también en la percepción gustativa: las mucosas labiales y bucales reaccionan ante la consistencia de los alimentos, y nos parece que la comida sabe mejor cuanto más apetitosamente se sirve. Los impulsos de los diversos órganos sensoriales se dirigen al centro cerebral del gusto, donde se combinan para dar la sensación gustativa. En el mundo se siguen diversas tradiciones en cuanto al condimento de comidas y bebidas. Ciertos vinos y licores obtienen su peculiar sabor mediante el empleo de especias. En Occidente, la comida se condimenta con relativa sobriedad y los condimentos más empleados



Licores con especias

Las especias se emplean tanto en las comidas como en las bebidas. El vermouth, p. ej., es un vino blanco enriquecido con especias (ajenjo, sobre todo). En algunos tipos de vermouth se utiliza también la quina. El nombre del licor "Chartreuse" procede de un convento francés. Se elabora según una receta que tiene más de 200 años, y en ella se utilizan especias, entre otras, menta, nuez moscada e hisopo.

La ginebra es un tipo de aguardiente inglés que se obtiene del maíz, la malta y el centeno. Su gusto obedece, sobre todo, a las bayas de enebro, y al comino, anís y coriandro. El consumo de ginebra es casi universal.

sal
azúcar
vinagre
pimienta
mostaza

soja

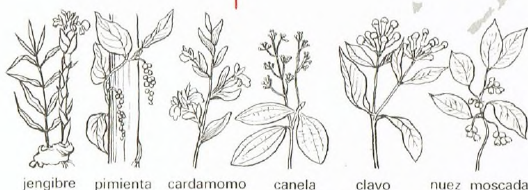
chili

curry

planta de soja



pimiento de cayena   cominos   ajo



jengibre   pimienta   cardamomo   canela   clavo   nuez moscada

Las especias en el mundo

En el mundo podemos encontrar 4 "áreas de especias" principales: la de Occidente, muy limitada; la de la India, con el refinado y mezclado "curry"; la asiática oriental, con predominio de la salsa de soja, y la mexicana, conocida por la fuerte mezcla llamada "chili".

están al alcance de toda ama de casa: *azúcar, sal, vinagre, pimienta* y *mostaza*. En ciertos países europeos, gustan los condimentos fuertes y variados; p. ej., en platos como el gulasch húngaro o la paella española, abunda el azafrán. La condimentación es más rica en Oriente, de donde tantas especias proceden. En la cocina oriental se emplea, con frecuencia, el *curry*, cuya composición se basa en cinco sabores, pero que puede variar a gusto del cocinero. En el Este de Asia se prefiere la *salsa de soja*, mientras que la especialidad de la cocina mexicana es el *chili*.

Aunque todos los países mantienen sus propias costumbres, la mayoría de las especias alcanzan hoy difusión internacional. En la cocina actual se puede encontrar un buen conjunto de especias exóticas procedentes de todo el mundo.



El especiero

El especiero es ahora corriente en los hogares. En él puede haber, desde la sal corriente, hasta esas exóticas especias que aparecen en ciertas refinadas recetas culinarias. Entre otras, están: el ajo en polvo; el estragón, frecuente en el vinagre y la mostaza; la salvia, que se usa para condimentar la caza; la nuez moscada, muy recomendable para el puré de patata; el pimentón, para los guisos de cazuela; la pimienta blanca y la pimienta de Jamaica, para adobar carnes y pescados.

EVOLUCION

Fe y ciencia

En casi todos los pueblos existen narraciones y leyendas que intentan explicar cómo se originaron la Tierra, las plantas y los animales. Ya el hombre primitivo debió observar la gran diversidad de los seres vivos y preguntarse de dónde procedían. La única respuesta para un hombre sin los conocimientos modernos sobre la evolución y las leyes de la herencia debía ser que todo lo que vive existía ya "desde el principio", o sea, que fue creado por un poder divino.

En Occidente, durante casi 2 000 años ha dominado la doctrina bíblica sobre la Creación. Quienes expresaban sus dudas sobre el punto de vista de la Iglesia podían ser calificados de herejes y, por temor, se callaban. Pero los escépticos fueron aumentando a medida que la ciencia conquistaba nuevos terrenos. Biólogos y geólogos reunieron gran cantidad de datos que resultaban muy difíciles de ordenar sin recurrir a la idea de la evolución. Los restos de plantas y animales encontrados en el subsuelo, pertenecientes a especies desaparecidas, mostraban a menudo ciertos rasgos que recordaban las formas actuales. ¿No podrían las especies vivas derivar de las desaparecidas? Había muchas preguntas a que responder, lo que dio lugar a que se sentaran nuevas teorías más o menos exactas que alteraban la sagrada doctrina de la Creación. Entre 1859 y 1871, el naturalista inglés Charles Darwin formuló su completa y coherente teoría sobre la evolución.

Actualmente, estas teorías –si bien modificadas– son, por lo general, aceptadas y han recibido un sólido apoyo merced a los resultados obtenidos por la biología y la genética modernas. Sabemos hoy que la vida ha sufrido una evolución desde las formas inferiores a las superiores, desde las más sencillas a las



El relato de la Creación

Durante casi 2 000 años, el relato bíblico ha dominado la concepción occidental acerca de la aparición del hombre y de todos los seres vivos sobre la tierra. En el Génesis se describe cómo Dios creó todos los seres vivos en unos pocos días tan sólo. Al hombre lo hizo del barro de la tierra. Después le extrajo una costilla, formó con ella una mujer y se la dio como compañera. El hombre se llamó Adán, y la mujer Eva.

[24]Y dijo Dios: Haga salir la tierra animales vivos, según su especie: animales domésticos, reptiles y bestias según su especie; y así fue. [25]Hizo, pues, las bestias de la tierra según su especie, los animales según su especie y los reptiles de la tierra según su especie. Y vio Dios que estaba bien.

[26]Y dijo Dios: Hagamos al hombre a nuestra imagen, según nuestra semejanza: domine sobre los peces del mar y sobre las aves de los cielos, sobre los animales y sobre la tierra, y sobre todos los reptiles que reptan sobre la tierra. [27]Dios creó, pues, al hombre, a su imagen, conforme a la imagen de Dios lo creó, y los creó macho y hembra. [28]Dios los bendijo diciéndoles: Tened fruto y multiplicaos, llenad la tierra y sometedla; dominad en los peces del mar y sobre las aves del cielo y sobre todos los animales que reptan sobre la tierra.

[29]Dijo todavía Dios: He aquí que os doy toda hierba con semilla que hay sobre la superficie de toda la tierra, y todo árbol que produce fruto con semilla os servirá de comida, [30]y a todas las bestias de la tierra y a todas las aves del cielo, a todo lo que se arrastra sobre la tierra y que tiene alma viviente, le doy toda la hierba verde para comida; y así fue. [31]Y vio Dios todo lo que había hecho y he aquí que estaba



Hablan los estratos

La Iglesia combatió en un principio toda idea de que el hombre no hubiera sido creado directamente por Dios. Pero los restos orgánicos conservados en los estratos de períodos geológicos anteriores atestiguan que, durante millones de años, tuvo lugar una evolución de formas inferiores a otras más elevadas. Un ejemplo de lo que antecede lo suministran los restos hallados en los estratos que se aprecian en la fotografía de la derecha, que muestra una sucesión de capas en Olduvai, África Oriental, donde se han encontrado restos protohumanoides y una serie de curiosos animales hoy desaparecidos.





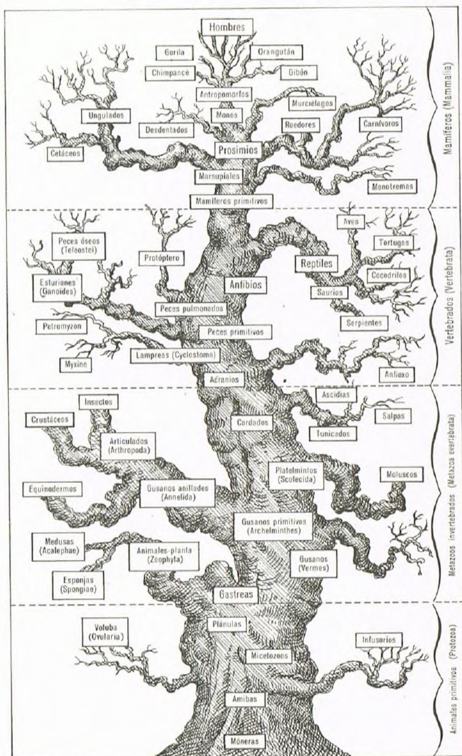


Teorías sobre la evolución

Sonreímos a la vista de antiguos grabados que muestran cómo los seres vivos nacen de la materia muerta, por ejemplo, insectos de un cadáver (arriba) o cómo peces y pájaros salen de hojas que caen de los árboles (arriba, a la derecha). Pero la ciencia ha necesitado milenios para construir la moderna teoría de la aparición y evolución de los seres vivos. Poco a poco han sido refutadas y se han derrumbado las concepciones falsas. A fines del siglo XIX, las teorías de Darwin sobre la evolución empezaron a abrirse camino. Un combativo apóstol de estas ideas fue el alemán Ernst Haeckel, que construyó "el árbol de la evolución" que se puede ver a la derecha.

más complicadas, y que el hombre es una rama del árbol de la evolución. Por selección natural, ciertas especies han desaparecido, siendo sustituidas por otras nuevas de cualidades distintas.

Pese a los conocimientos que poseemos sobre la evolución de la vida hasta nuestros días, el problema de cómo apareció está por resolver. La fe en un acto de creación de cualquier tipo se da todavía incluso entre muchos hombres de ciencia. Tras haber conseguido sintetizar aminoácidos (las piezas elementales de la materia viva) partiendo de sustancias inorgánicas, el abismo entre materia viva y materia inerte disminuye cada vez más. El antiguo concepto de la generación espontánea –la teoría de que la vida debió formarse de materia inerte– ha vuelto, en cierto modo, a estar de actualidad.



Hallazgos de fósiles

Los datos acerca de cómo se formó la vida en épocas pasadas nos los proporcionan los fósiles, las huellas y los restos de plantas y animales que se han conservado incrustados en piedra, turba, hielo, asfalto, etcétera. Los grabados de esta página son ejemplos de tales hallazgos. Arriba, a la derecha, vemos un insecto casi intacto en un trozo de ámbar. El ámbar era, en tiempos prehistóricos, una resina vegetal, en la que el insecto quedó apresado.
A la derecha vemos un trozo de madera fósil. En lugares arenosos se han conservado pedazos de madera y troncos de árboles enteros.
Los huevos de un saurio quedaron enterrados en un agujero. Con el tiempo, éstos se petrificaron y se han conservado exactamente como los puso el reptil (figura superior de abajo).
Las vértebras de otro saurio, conservadas en los sedimentos, son limpiadas a cincel por un paleontólogo (fig. inf. de abajo).
Una ardilla (abajo, a la derecha), apresada hoy en un hoyo de asfalto natural en California es un futuro fósil. Lo mismo que muchos animales que perecieron de manera parecida, la ardilla será testimonio de la fauna de un tiempo pasado.





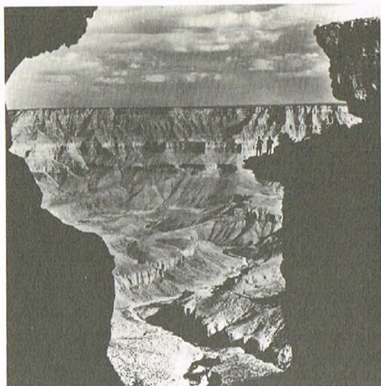


Habla la piedra

Los animales muertos, en su mayoría, se pudren o son devorados por otros, sin dejar rastro visible de su existencia. A veces, no obstante, restos o huellas de plantas y animales se han conservado durante millones de años. Tales restos de organismos se llaman *fósiles*, palabra que deriva de otro término latino que significa "excavado, desenterrado".
El animal que quedó apresado en un líquido, p. ej. resina o asfalto fluido, aparece ahora en la resina o el asfalto petrificados exactamente igual que el día en que pereció, hace millones de años. La arena y el fango del fondo del mar, así como la turba, la ceniza, el hielo y la arena del desierto, han ayudado a proteger los animales muertos contra la putrefacción, formándose los fósiles. Sin embargo, muy pocas veces se han conservado organismos completos.
De los fósiles que se hallan en estratos sucesivos se puede obtener una idea sobre la evolución de las formas vivas. Los estratos del Gran Cañón, en particular, proporcionan abundantes pruebas de cómo ha cambiado la vida en el transcurso de millones de años.
Los hallazgos de fósiles tenían lugar hace ya miles de años, siendo innumerables los que se han encontrado hasta ahora. Con anterioridad a Darwin, naturalistas y médicos habían descubierto las sorprendentes semejanzas y diferencias existentes entre los seres vivos y los petrificados. Los adictos a la doctrina de la Creación las descartaban como casualidades o las consideraban como un resultado del Diluvio Universal. Sólo a principios del s. XIX consiguió la ciencia apoyar la teoría de que los fósiles eran restos de animales y plantas que habían vivido en la Tierra. Después de los descubrimientos de Darwin empezaron a construirse árboles genealógicos que indicaban, en esquema, la evolución orgánica.







El Gran Cañón



Los hallazgos de plantas y animales petrificados demuestran que ha habido vida en la Tierra durante cientos de millones de años. De estos hallazgos, los más antiguos son del precámbrico. La vida, entonces, consistía sólo en sencillos organismos (bacterias y algas). En los lugares en que los sedimentos se disponen en estratos, se puede seguir la evolución de la vida desde los organismos más sencillos hasta plantas y animales con enorme riqueza de variedades y muy alto grado de organización.

Un sitio donde se puede seguir literalmente la evolución de la vida sobre la Tierra, estudiando los diferentes sedimentos, es el Gran Cañón, valle profundamente excavado del río Colorado, al SO. de EE.UU. Tiene, aproximadamente, 350 km de longitud, de 6 a 29 km de ancho y entre 750 y 1700 m de profundidad. Aquí está el "archivo" de fósiles más completo del mundo. Estrato tras estrato se ilustra la evolución de la flora y de la fauna desde los tiempos más antiguos. Véase en esta página algunos ejemplares de fósiles de diferentes períodos geológicos encontrados en aquel lugar.

En el Gran Cañón hay ahora una flora y una fauna riquísimas que muestran la enorme variedad que ha producido la evolución en el transcurso de millones de años.


libélula


conífera

PERMICO SUPERIOR


reptil ancestral


tiburón


estegocéfalo

PERMICO INFERIOR


pteridosperma

CARBONIFERO


planta terrestre primitiva (psilófita)


pez de aletas lobuladas

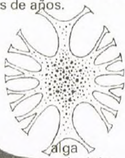
DEVONICO

CAMBRICO


estrella de mar


trilobites


coral

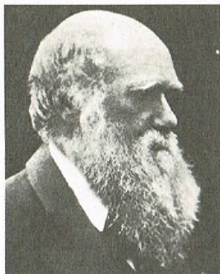

alga unicelular


alga marina

PRECAMBRICO

Darwin

Charles Darwin (1809-82), padre del evolucionismo, ha sido uno de los más grandes naturalistas. Sus trabajos han tenido importantes consecuencias, no sólo para la historia natural, sino también en otros campos. Gracias, en parte, a sus experiencias durante un viaje de cinco años alrededor del mundo, formuló su teoría sobre el origen y la evolución de las especies. Los diferentes pinzones de las Islas Galápagos probablemente no habrían tenido tantos rasgos comunes si hubieran sido creados independientemente.



principalmente insectívoros



pinzón de la isla Cocos



pinzón arborícola menor



pinzón picamaderos



pinzón de manglar

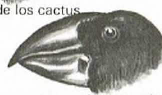
principalmente granívoros



pinzón arborícola vegetariano



pinzón de los cactus



pinzón terrícola menor

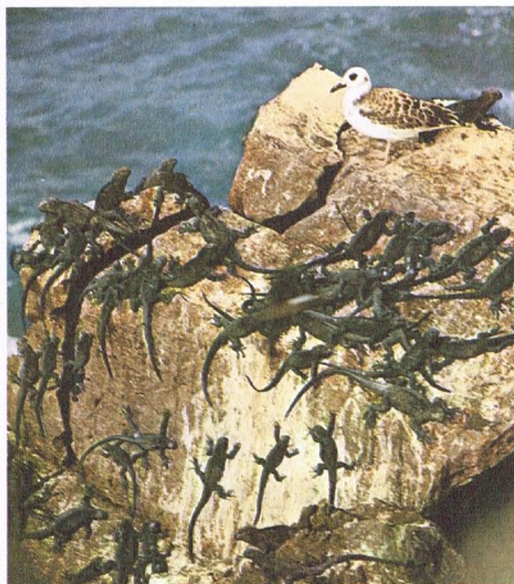


gran pinzón terrícola

Darwin y sus teorías

"Por la guerra que tiene lugar en la naturaleza, por el hambre y la muerte por consiguiente, se ha alcanzado la más alta meta que podemos imaginar: la aparición de los animales superiores. Hay cierta grandiosidad en el hecho de que el Creador haya infundido la vida, con todas sus manifestaciones, en unas pocas formas o en una sola y de que las formas más bellas y maravillosas se hayan desarrollado a partir de un principio tan modesto." Estas son unas líneas del libro *El origen de las especies* (On the origin of species), en el que Charles Darwin presentaba en 1859 su revolucionaria teoría sobre la aparición de las especies por *selección natural.*

Ya antes de Darwin se habían expuesto teorías análogas, pero no tan bien construidas, por lo que cayeron en el olvido. La única, entre ellas, digna de atención se debe a J. de Lamarck, quien comprobó que las especies cambian, aunque explicó estos cambios equivocadamente diciendo que la descendencia heredaba los rasgos adquiridos por cada individuo a lo largo de su vida. A la edad de 20 años, Darwin realizó un viaje alrededor del mundo a bordo del *Beagle,* haciendo una serie de observaciones que habrían de resultar decisivas para sus trabajos futuros. La fauna de las Islas Galápagos le hizo dudar definitivamente de la doc-





Las Islas Galápagos

Las Islas Galápagos, al Oeste del Ecuador, que Darwin visitó en su viaje alrededor del mundo, son un lugar legendario donde el tiempo parece haberse detenido. Entre otros animales existe allí la iguana marina, saurio de unos 80 cm de largo, que vive en las rocas costeras y a veces se sumerge en el agua (a la izquierda). Darwin mostró particular interés por los numerosos pinzones, que varían de isla a isla. Unos son granívoros y otros insectívoros. El estudio de estos pájaros confirmó a Darwin su hipótesis de que había tenido lugar una evolución. Los diferentes pinzones habían de descender de un tipo común. Una evolución semejante debía de tener efecto en otras partes del mundo.

trina bíblica sobre la creación de las especies.
Observó, p. ej., que los pinzones eran parecidos en todas las islas, pero que observaban distintas costumbres y comportamiento. Esto hacía pensar que era absurdo que hubieran surgido todos independientemente. Resultaba más verosímil que descendieran de un tipo común, que poco a poco habría dado origen a las diferentes variedades. Cuando Darwin elaboraba su material hubo de preguntarse qué era lo que determinaba la selección natural, por qué ciertas cualidades se transmitían y otras no.
Las ideas del inglés Malthus (expuestas fundamentalmente en su libro *Ensayo sobre el principio de población*) acerca de la superpoblación y del hambre hicieron pensar a Darwin que lo que determinaba la selección era la *lucha por la existencia*. El individuo mejor dotado sobrevivía y el más débil perecía. Esta idea fue el fundamento en que basó su teoría de la evolución.
Al final de su libro escribía Darwin: "Mucha luz va a arrojarse sobre el origen del hombre y la historia de su evolución." Fueron estas palabras, sobre todo, las que hicieron que la Iglesia, y también muchos científicos, vertiesen su ira contra Darwin, un hereje que ponía en entredicho "el relato bíblico sobre la Creación". Pero tales palabras constituyen, todavía hoy, aunque modificadas, el fundamento del evolucionismo.

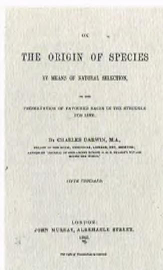


Lamarck

El francés J. de Lamarck (1744-1829) fue el más importante partidario de las ideas evolucionistas antes de Darwin. Afirmó que los seres vivos cambian con el tiempo. Sin embargo, no explicó cómo tienen efecto los cambios y cómo aparecen las nuevas especies. Creía que las cualidades que, a causa de especiales factores del medio, surgen en un individuo, podrían transmitirse, con el tiempo, a los descendientes.
Recientemente, las teorías de Lamarck han sido tomadas en consideración, de una manera poco seria, por el naturalista ruso Lysenko. Esta teoría de la evolución dominó en la U.R.S.S. hasta mediados del siglo XX.

Un disgusto para la propia dignidad humana.

El título completo de la famosa obra de Darwin es el siguiente: *"Sobre el origen de las especies por selección natural o la supervivencia de las razas mejor dotadas en la lucha por la existencia"* (la cubierta de dicho libro se ve a la derecha). La obra se publicó en 1859 y es uno de los documentos más trascendentes de la historia de la humanidad. Ha contribuido, en alto grado, a la comprensión del lugar del hombre en la Naturaleza. El evolucionismo moderno se basa, en parte, en las teorías de Darwin. Entre sus coetáneos, sin embargo, el evolucionismo cayó como una bomba: de todo el mundo brotaron violentas discusiones. Mientras que los investigadores de la Naturaleza se adhirieron con relativa rapidez a las teorías de Darwin, hubo de pasar mucho tiempo hasta que el público aceptase las ideas evolucionistas. Decir que el hombre descendía del mono, en vez de haber sido creado por Dios, era una herejía sin igual. Sin embargo, hay que advertir, antes que nada, que Darwin mismo creía que unas pocas especies habían sido creadas por un omnipotente Hacedor.
La caricatura de Darwin (al lado), tomada de una revista humorística de la época, da testimonio de la indignación que despertaron sus ideas.



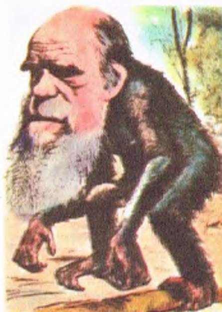
ON

THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

By CHARLES DARWIN, M.A.,

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.





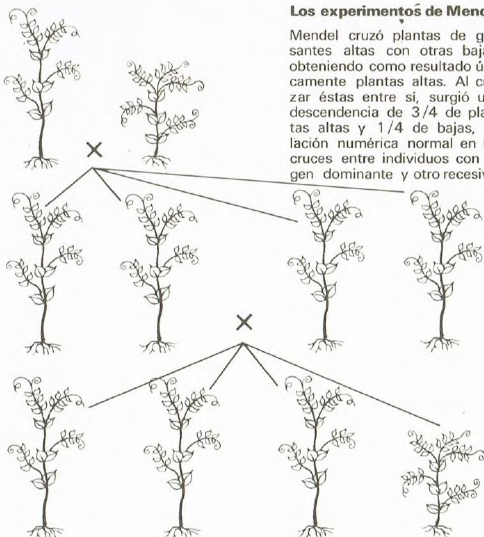
Los ataques contra Darwin

La prensa de la época se aprovechó insistentemente del general desafecto hacia las ideas evolucionistas, divirtiendo al público con maliciosas caricaturas. El infamatorio dibujo de arriba muestra un gorila que se siente ofendido por el parentesco con Darwin. A pesar de todo ello, Darwin siguió investigando imperturbable. El, personalmente, no veía nada vergonzoso en descender de animales inferiores y pensaba que todos los seres vivos eran maravillosos.



Mendel

El fraile austríaco Gregor Mendel es el padre de la moderna genética. Mediante la experimentación consiguió descubrir las leyes sobre la heredabilidad de diversas cualidades. Pero cuando en 1865 se publicaron los resultados de sus investigaciones, no suscitaron ningún interés. Sólo mucho después de su muerte alcanzaron sus sensacionales aportaciones la estimación que merecían.



Los experimentos de Mendel

Mendel cruzó plantas de guisantes altas con otras bajas, obteniendo como resultado únicamente plantas altas. Al cruzar éstas entre sí, surgió una descendencia de 3/4 de plantas altas y 1/4 de bajas, relación numérica normal en los cruces entre individuos con un gen dominante y otro recesivo.



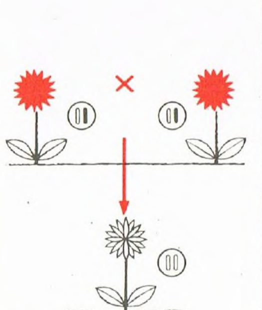
Selección en las plantas

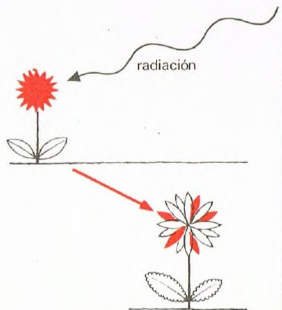
Las plantas cultivadas suelen ser formas silvestres más o menos mejoradas. La diferencia entre una forma silvestre y otra cultivada ha aparecido a causa de una mutación transmisible a la descendencia y combinada con otras por selección natural o por selección dirigida. A veces, la selección puede llevar lejos. Ejemplo de ello son las numerosas variedades (coliflor, repollo, col de Bruselas, etc.), que se han obtenido de una sola clase de col. La selección de las plantas cultivadas puede decirse que es una evolución dirigida y acelerada por el hombre. El redescubrimiento de las leyes de Mendel tuvo notables consecuencias para el cultivo de las plantas. Pudieron alcanzarse resultados más rápidos y mejores.

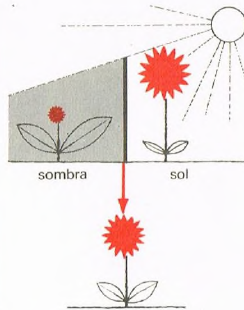
Cruce y mutación

Cuando Darwin formuló su teoria evolucionista desconocia por completo las leyes de la herencia. Vio que la evolución tenia lugar por una selección natural que conservaba ciertas cualidades heredadas, mientras que otras desaparecian, pero no explicó la causa de estas cualidades. La antigua suposición de que la herencia se transmitia por la sangre no aclaraba el mecanismo hereditario. Desgraciadamente Darwin no llegó a enterarse de los descubrimientos sobre las *leyes de la herencia* que, en vida suya, habian sido hechos por el fraile austriaco Gregor Mendel. Este llevó a cabo unos experimentos con guisantes y estudió cómo se transmitian en ellos diferentes cualidades. Pero las leyes que descubrió y publicó no fueron conocidas por la ciencia de su tiempo. Fue el holandés Hugo de Vries quien, a principios del s. XX, redescubrió los resultados de las investigaciones de Mendel y se dio cuenta de su importancia. Con ello, la teoria de la evolución recibió su más firme fundamento.

De Vries descubrió los cambios espontáneos de los genes que ahora llamamos *mutaciones*. Vio que eran éstos los que daban origen a la evolución y no, como Darwin habia sostenido, la selección gradual debida a la lucha por la existencia. Sin embargo, investigaciones posteriores han probado que la selección y las mutaciones desempeñan su papel en







Cruce

A veces, el gen heredado de uno de los padres es dominante y puede enmascarar un gen recesivo del otro padre. Dos flores rojas que poseen ambas un gen dominante para el color rojo y uno recesivo para el blanco, pueden originar una flor blanca en la descendencia si coinciden en ésta los dos genes para el color blanco. Las variaciones bruscas y espontáneas de los genes se denominan mutaciones.

Mutación

Por diversos que sean los genes que se combinen dentro de una especie, se obtienen sólo variedades en el marco de la dotación genética de la especie. Pero por medio de mutaciones es posible conseguir una nueva variedad. Las mutaciones suceden, a veces, espontáneamente. No obstante, también pueden ser provocadas con ayuda de productos químicos o de radiaciones.

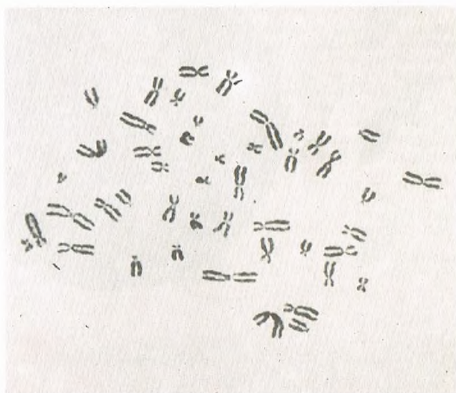
Modificación

Además de los genes heredados influyen también otros factores en la evolución del individuo. El medio ambiente actúa sobre él durante toda su vida. Una planta con flores pequeñas y hojas grandes en un sitio sombrío puede, por ejemplo, tener flores grandes y hojas pequeñas en un lugar soleado. Estas modificaciones del medio no se transmiten en la herencia.

la evolución. Los distintos genes que hay en una especie, mediante *cruces*, pueden combinarse de muchas maneras, pero, a pesar de ello, el proceso evolutivo se detendría poco a poco, si las mutaciones no produjeran nuevas variedades.

Lo que determina las cualidades hereditarias son los *genes*. Cada individuo tiene su propio juego de genes, pero un individuo aislado no puede evolucionar. La evolución se produce siempre en una *población*, es decir, un grupo aislado de individuos de la misma especie. Dentro de la población hay un determinado conjunto de genes. Cuando se altera este juego, se inicia una evolución. Esto puede suceder por dos razones: porque nuevos factores del medio ambiente modifiquen la selección natural o porque las mutaciones ocasionen una alteración del equipo genético. También pueden introducirse nuevos genes al cruzarse individuos de diferentes poblaciones.

Las leyes de la genética han explicado cambios en los seres vivos, cimentando sólidamente la teoría de la evolución. La investigación genética ha fijado las leyes evolutivas de poblaciones e individuos, a lo largo de la historia de la vida sobre la Tierra. Entre los hallazgos más sensacionales está el descubrimiento del DNA, que es la sustancia constitutiva de los genes. En las divisiones celulares, el DNA se autoduplica. De esta manera se transmite a las células hijas "el programa" genético.

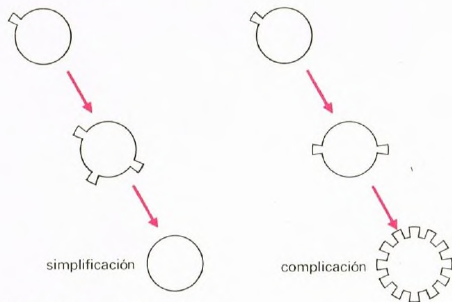


Cromosomas

El descubrimiento de los cromosomas y su función dio gran impulso al evolucionismo. Los cromosomas son filamentos del núcleo celular que, mediante la coloración, pueden hacerse visibles durante los estadios de división de la célula. Los cromosomas llevan los genes o disposiciones hereditarias, los cuales no cambian de una a otra generación y se transmiten conforme a leyes fijas.

La figura muestra los cromosomas humanos durante la división de la célula. Las células normales del hombre tienen 46 cromosomas, o sea, 23 parejas, de los que un par son cromosomas sexuales. En cada pareja, un cromosoma procede del padre y otro de la madre. Las células sexuales, por tanto, tienen sólo medio juego de cromosomas.

Cada cromosoma está dividido en dos mitades, que se unen en un sitio determinado.



Simplificación y complicación

La evolución no implica necesariamente una transformación en formas más complicadas. Puede entrañar también una transformación en formas más sencillas, una simplificación. La misma forma originaria da lugar, a veces, a organismos nítidamente diferenciados, uno más complicado y otro más sencillo que ella.

Entonces, la selección ha avanzado en direcciones opuestas debido a la acomodación a diferentes ambientes, o han aparecido cambios en la dotación hereditaria. A veces un organismo estructurado con mucha sencillez puede ser una forma de vida "avanzada" con respecto a un organismo análogo de estructura más compleja.

Evolución - mutación hereditaria

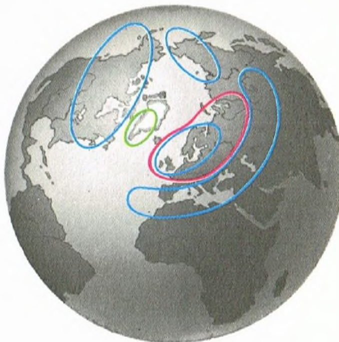
El *evolucionismo* es, según hemos visto, la teoría sobre cómo las plantas y animales actuales, por transformación sucesiva, han derivado del mundo vegetal y animal de épocas anteriores. La transformación, en general, ha procedido de organismos más sencillos y organismos más complicados. Esta evolución prosigue ininterrumpidamente: se forman especies nuevas mientras que otras perecen. Con el vocablo *macroevolución* se designan los grandes procesos, esto es, la aparición de grupos de organismos y su evolución durante las diferentes épocas de la Tierra. La palabra "microevolución" sirve para designar una evolución dentro de límites más estrechos, p. ej., la transformación gradual en una especie aislada.

Los hallazgos de fósiles de plantas y animales demuestran que la vida ha existido sobre la Tierra desde hace miles de millones de años. Los diversos grupos de organismos aparecieron en momen-


gaviota argéntea


gaviota reidora


gaviota de alas blancas

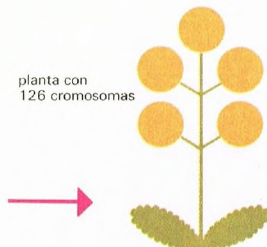


Formación de especies

Las gaviotas más corrientes, que viven por una gran zona situada alrededor del Polo Norte, probablemente descienden de una especie única. Cuando esta especie se dispersó desde el área originaria, quedó aislada, poco a poco, en zonas distintas. Por selección natural sobrevivieron los individuos mejor dotados dentro de cada área, lo cual dio origen a nuevas especies.


planta con 56 cromosomas


planta con 70 cromosomas


planta con 126 cromosomas

Alteración de los cromosomas

Dentro de muchos grupos vegetales y animales ocurren a veces procesos que inmediatamente dan origen a nuevas especies. Estos procesos están relacionados con las transformaciones genéticas.

Los individuos llamados poliploides, que han sufrido una duplicación o multiplicación del juego de cromosomas, son un ejemplo de este proceso. Los poliploides son bastante corrientes, p. ej., en las plantas superiores. Pueden aparecer, v. gr., por tener las células sexuales un juego completo de cromosomas, en vez de medio juego. Un nuevo tipo de gramínea apareció en Europa de esta manera (véase esquemáticamente en el grabado de encima). Una especie con 56 cromosomas se cruzó con otra que tenía 70. Por la duplicación subsiguiente del juego de cromosomas apareció una nueva especie con 126 cromosomas.

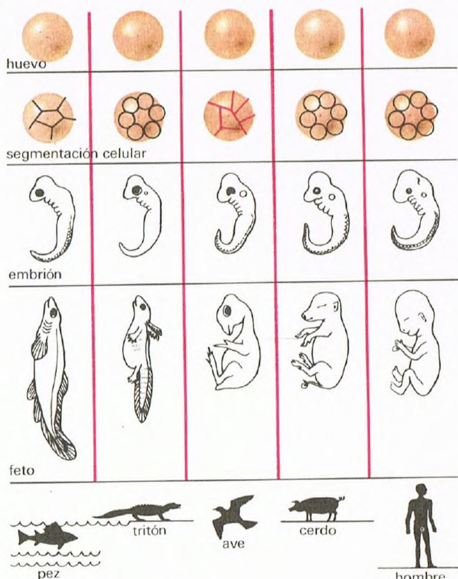
tos diferentes. El hombre existe sólo desde hace 1 a 2 millones de años. Con la investigación sobre la herencia, la teoría de la evolución ha recibido un sólido apoyo, pero también se ha visto modificada.

Ahora podemos, con relativa seguridad, explicar las transformaciones del mundo de los organismos.

Las causas de la aparición de nuevas especies han sido, de un lado, las influencias del medio ambiente durante determinado período, y, de otro, los cambios climatológicos y catástrofes naturales que, de repente, han transformado el medio ambiente.

Las especies se presentan en las llamadas *poblaciones,* grupos aislados de individuos de la misma especie. A causa del *aislamiento* y la *selección natural* pueden formarse, a partir de las viejas, nuevas poblaciones. Así, poco a poco, van éstas quedando aisladas geográfica y genéticamente. Al decir aislamiento genético de una población se da a entender que sus individuos no pueden aparearse con los de otras poblaciones. Entonces, el medio actúa sobre los genes de la población, provocando pequeños cambios que se acumulan y originan, por fin, nuevas especies.

Las mutaciones y los cambios en el equipo de cromosomas son otros procesos que tienen una influencia decisiva en la aparición de nuevas especies. Contribuyen a la microevolución, y por ello, poco a poco, también a la transformación sucesiva de todos los organismos.

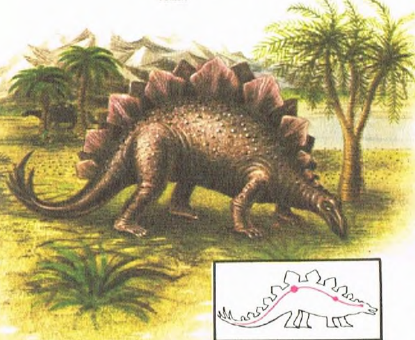


Evolución de los vertebrados

La vida empezó en el mar. En el estadio embrionario de los vertebrados terrestres quedan todavía rasgos de sus antepasados acuáticos. Muchos vertebrados presentan también, en su estadio de fetos, cierta semejanza con formas zoológicas más sencillas, de las cuales procede el animal en cuestión. Ahora puede considerarse como cosa demostrada que la evolución de los vertebrados ha tenido lugar pasando de peces a anfibios y de anfibios a reptiles. De éstos, unos se transformaron en aves y otros en mamíferos.

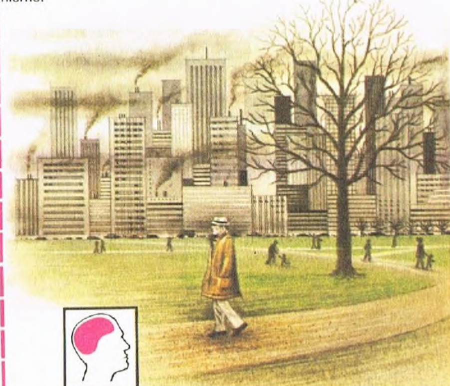
El señor de la Tierra ayer...

Los saurios de los bosques de coníferas gigantescas, con su enorme corpachón y su insignificante cerebro, estaban, a pesar de su "situación dominante", condenados a perecer en la lucha por la existencia, siendo vencidos por la naturaleza.



...y hoy

El señor actual, el hombre, ha transformado el medio terrestre merced a su inteligencia. El peligro está en que lo cambie tanto que llegue a perecer él mismo.





Fuerzas de la naturaleza

Los hombres primitivos vivían aterrorizados ante las incomprensibles fuerzas de la naturaleza. Para ellos, los fenómenos naturales (tormentas, erupciones volcánicas, terremotos, etc.) eran originados por espíritus misteriosos.

Para defenderse, el hombre se refugiaba en cuevas, y, valiéndose de ritos mágicos, pretendía apaciguar aquellos poderes. Se trataba así de dominar la naturaleza y desentrañar sus misterios, misión que hoy desempeña la física.

FISICA

El hombre y la física

Para el hombre primitivo, el mundo estaba lleno de potencias maléficas y bienhechoras, de las cuales dependían los fenómenos de la naturaleza. No había ninguna relación entre estos fenómenos, ninguna ley. Todo lo regía el capricho de espíritus desconocidos.

Hasta la fuerza y capacidad de trabajo humanas eran inoperantes contra los dioses y las energías de la naturaleza. En tanto el hombre encendía el fuego frotando dos trozos de madera, los ardientes rayos incendiaban los bosques. El hombre se trasladaba de un sitio a otro a pie o sobre troncos flotantes, por lo cual se extendían muy lentamente sus descubrimientos y experiencias.

El hombre puede hoy aprovechar y regular la energía acumulada en la naturaleza en distintas formas: una simple maniobra pone en marcha máquinas de enorme capacidad de trabajo. El carbón y el petróleo, los generadores de centrales eléctricas y los reactores atómicos proporcionan la energía para el funcionamiento de dichas máquinas. Gracias a la radio y a la TV, las nuevas ideas y experiencias llegan en segundos a cualquier rincón del Globo. Por las autopistas y líneas de ferrocarril discurre un intenso tráfico; los aviones transportan pasajeros, de continente a continente, en unas horas. Los satélites artificiales dan la vuelta al mundo en poco más de una hora.

El desarrollo de la *física* ha desempeñado un importante papel en este cambio. El físico investiga las leyes y fuerzas que actúan en nuestro mundo, y utiliza sus "leyes" para predecir nuevos fenómenos y comprobar sus hipótesis experimentalmente. Su imagen del mundo cambia constantemente. Sabe que hoy o mañana alguien realizará otro experimento y demostrará que su teoria no era del todo correcta.

Cada secreto arrancado a la naturaleza y cada ley descubierta son la base de otras leyes y de sus aplicaciones; esta correlación engendra una mayor facilidad y rapidez para conseguir medios científicos y económicos que, a su vez, proporcionan nuevos y mayores elementos de investigación.

Pero estos conocimientos han conferido también al hombre nuevas responsabilidades. Los estallidos violentos y caprichosos de la naturaleza no constituyen ya la principal amenaza contra su seguridad. La desolación de una erupción volcánica resulta modesta comparada con la devastación que es posible causar con una sola bomba atómica. El terror del hombre de las cavernas ante las tormentas cristaliza en el pánico del hombre moderno ante una guerra nuclear.



Fuerzas dominadas de la naturaleza

El hombre conoce ahora muchas de las leyes de la naturaleza. El paisaje moderno constituye una prueba de la aplicación de este conocimiento. Pero de ello se deriva una gran responsabilidad. Regulamos acontecimientos enormemente más peligrosos que las tormentas y las erupciones volcánicas. La imagen del técnico en el puesto de mando, viendo la explosión de una bomba atómica en su TV es ya una realidad.

De la hipótesis a la observación

En la antigua Grecia, los filósofos de la naturaleza especulaban acerca de la estructura interior de la materia y la constitución del universo. Sin embargo, no se mostraban muy interesados en comprobar sus conclusiones por medio de observaciones y experimentos. Consideraban que los sentidos engañan al hombre y, por tanto, no son adecuados para proporcionarle información fidedigna sobre tan elevadas y profundas materias. Sólo el pensamiento humano era lo suficientemente refinado como para poder descubrir las leyes divinas que rigen el mundo.

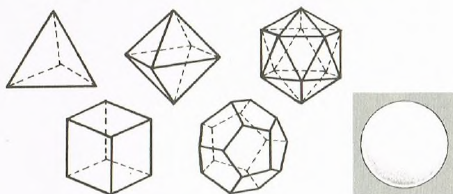
Ptolomeo fue el primer pensador griego que ofreció una sagaz y completa imagen del universo. Sus hipótesis se aceptaron sin discusión durante más de mil años. Pero Ptolomeo jamás afirmó que sus teorías fueran correctas. Eran sólo un modelo matemático destinado a describir el movimiento de los cuerpos celestes.

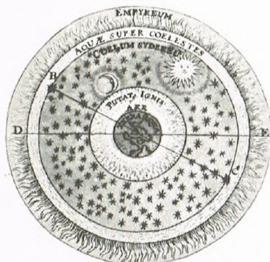
En el s. XVI, Copérnico había presentado ya un modelo más simple. Nunca afirmó que el Sol fuera el centro del mundo. Pero sí que el movimiento de los planetas podía explicarse más sencillamente si se suponía que el Sol, y no la Tierra, ocupaba el centro del universo. Sin embargo, la enorme simplificación que suponía esta hipótesis introdujo la semilla de la duda en otros investigadores. ¿Y si fuera cierto que la Tierra no era el centro del universo? La "revo-



Geometría de los griegos

Lá geometría era una ciencia muy apreciada en la antigua Grecia. La geometría de Euclides se estudia aún en nuestros días. Los griegos descubrieron que sólo son posibles cinco cuerpos que estén limitados por polígonos regulares iguales. Estas figuras, así como la "más perfecta", la esfera, desempeñaron un gran papel en las especulaciones de los pensadores griegos acerca de la constitución de la materia y el universo.





Platón y Ptolomeo

En el mundo ideal de Platón, los cuerpos celestes se movían formando círculos: sólo las figuras geométricas más nobles intervenían en el desarrollo de estos sublimes fenómenos. Se suponía, a la sazón, que los cuerpos celestes estaban pegados sobre esferas de cristal que giraban, y que el mundo ocupaba el punto central. Para desarrollar su modelo, Ptolomeo se valió de las observaciones de los astrólogos persas. Su sistema se componía también de esferas concéntricas de cristal.

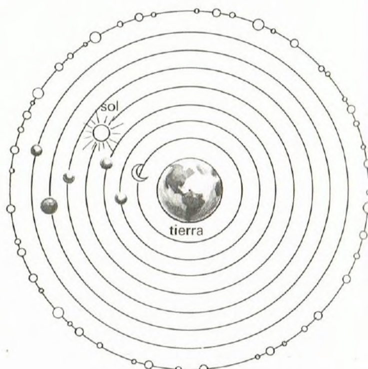
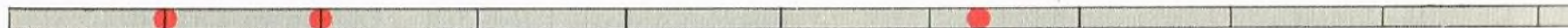


imagen del mundo de Ptolomeo

Platón 400 a. C. | Euclides 300 | 0 | Ptolomeo



lución de Copérnico" abrió el camino a una nueva era.
Las observaciones del movimiento de los planetas realizadas por *Tycho Brahe* demostraban que el sistema de Copérnico no podía ser totalmente cierto. Tras penosos trabajos sobre los datos aportados por Brahe, *Juan Kepler* logró demostrar que los planetas describen órbitas elípticas. Descubrió también cierta relación entre la magnitud de la órbita de los planetas, su velocidad y la duración de sus traslaciones. Las leyes de Kepler condujeron más tarde a *Newton* a su famosa teoría de la gravitación universal.
Se sucedieron nuevos descubrimientos astronómicos. La verdad real no se centraba ya en el mundo incomprensible de los dioses. Consistía en el mundo que el hombre podía ver. Las observaciones y los experimentos eran la clave del conocimiento.

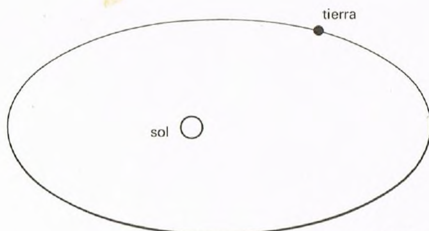


imagen del mundo de Kepler

Solución del problema

Gracias a las observaciones de Tycho Brahe, Juan Kepler pudo comprobar que los planetas se mueven describiendo órbitas elípticas y que el Sol ocupa uno de los puntos focales de la elipse. Pudo llegar a esta conclusión sólo después de muchos años de pacientes y arduos esfuerzos. Se había logrado la descripción del movimiento de los planetas, a pesar de lo cual, Kepler escribió en su diario: "¡Oh, pero qué tonto he sido!"



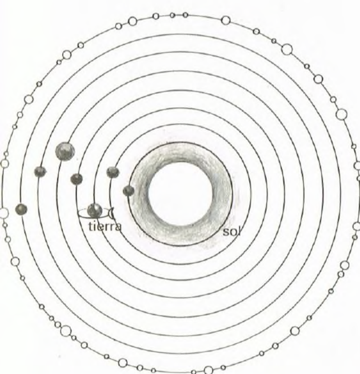


imagen del mundo de Copérnico

El problema

Una imagen de órbitas planetarias, vista desde la Tierra, muestra la dificultad de la tarea de Ptolomeo. Se necesita realmente todo un complicado sistema de esferas giratorias para seguir esas órbitas, con sus extraños "lazos" (arriba).

Copérnico

Copérnico dio una descripción más sencilla que la de Ptolomeo del movimiento de los planetas. Con el Sol en el centro, el sistema quedó notablemente simplificado. Ya no se necesitaban esferas, ruedas dentadas ni mecanismos.

Tycho Brahe

Desde su observatorio, en la isla Ven, Tycho Brahe realizó profundos estudios del cielo estrellado (a la derecha). Sus observaciones superaron en exactitud y amplitud a todas las anteriores.


Tycho Brahe

1000 — Copérnico 1500 — Kepler 1600





Experimentos de Galileo

Aristóteles afirmaba que un cuerpo pesado cae más de prisa que uno ligero. Transcurrieron cerca de 2 000 años antes de que alguien se decidiera a comprobar esta hipótesis. El primero en hacerlo fue Galileo, quien, desde la torre inclinada de Pisa, dejó caer dos bolas, una que pesaba 50 kg, y otra, sólo 1/4 kg. Las dos bolas tardaron en llegar al suelo aproximadamente el mismo tiempo. Aristóteles se había equivocado.

Experimentos

Los escolásticos de la Edad Media, portavoces de la doctrina de la Iglesia, sostenían que el conocimiento sólo podía conseguirse a través de las "verdades reveladas". Toda búsqueda del hombre por sí mismo era pura presunción. El hombre extraía principalmente el conocimiento de la Biblia y de las enseñanzas de la Iglesia.

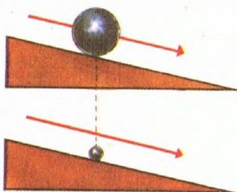
Galileo se negó a aceptar tales ideas. Para él, sus experiencias y observaciones constituían el medio más importante para alcanzar la comprensión de lo que nos rodea. Su demostración del movimiento en caída libre, en la torre inclinada de Pisa, causó gran sensación. Más notable fue el resultado que obtuvo al dirigir hacia el cielo el telescopio que él mismo había construido. Miríadas de estrellas, jamás vistas hasta entonces por el hombre, aparecieron ante sus asombrados ojos. Aun cuando obligado a retractarse de sus "falsas" enseñanzas, había logrado abrir un nuevo camino. La física se había convertido en ciencia experimental.

Galileo descubrió muchas de las leyes que rigen el movimiento de los cuerpos. Isaac Newton –en una extraordinaria síntesis de mecánica y astronomía– de



El anteojo

Galileo oyó decir que un pulidor de cristal, en Flandes, había inventado un "cristal para espiar", con el que se podía ver a larga distancia. Durante algún tiempo aprendió su funcionamiento y luego construyó un anteojo más potente.



El plano inclinado

Galileo siguió experimentando en la caída de los cuerpos. Para disminuir la velocidad de caída, de modo que pudiera seguir más fácilmente el movimiento, hizo rodar sus bolas a lo largo de planos y surcos ligeramente inclinados.



Retractación

Las ideas de Galileo divergían de la doctrina de la Iglesia. Fue obligado a arrodillarse en la iglesia de Santa María y a "abjurar, aborrecer y condenar" sus falsas enseñanzas. No había llegado aún el tiempo de la libertad científica.



Galileo



Newton

1600

1700

mostró que son idénticas las fuerzas que actúan en el movimiento orbital de los planetas y en la caída de una piedra hasta el suelo.

La mejor demostración de que las teorías científicas de Galileo eran fructíferas es el fantástico desarrollo alcanzado por todas las ciencias experimentales.

Galileo no buscó las causas de los fenómenos de la naturaleza, sino que se concentró en la tarea de describirlos. Quizás en su interior creía que de esta forma podría alcanzar la verdad absoluta. El físico moderno no trata de llegar a tal perfección, sino que busca sólo las descripciones más exactas de los distintos fenómenos.

Los grandes descubrimientos han implicado a menudo una revisión radical de las teorías anteriores. La mecánica de Newton era un dogma para los físicos del s. XIX, pero Einstein demostró, en su teoría de la relatividad, que era sólo una buena aproximación para las velocidades pequeñas. En 1955, ningún físico creía que las partículas atómicas pudieran distinguir entre derecha e izquierda. En 1956, dos jóvenes chinos, Lee y Yang, demostraron al mundo lo contrario.

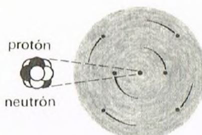


La manzana de Newton

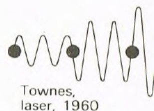
Isaac Newton intuyó que podían relacionarse las fuerzas que rigen las órbitas de los planetas alrededor del Sol, y las que gobiernan la caída de los objetos al suelo. Combinó los descubrimientos de Galileo acerca de la caída de los cuerpos, con las leyes de Kepler sobre el movimiento de los planetas. Es posible que se le ocurriera eso al ver caer una manzana.

Los avances de la Física

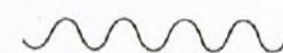
Galileo dijo: "Hagamos observaciones y experimentos". Con ello se inició la marcha ascendente de la física, marcha que ha seguido a un ritmo uniformemente acelerado. Los más transcendentales descubrimientos se van sucediendo y multiplicando a medida que nos acercamos a nuestro tiempo. Detrás de cada pieza del rompecabezas hay un cúmulo de meditaciones y experimentos de muchas personas. Los que tienen éxito y colocan una pieza en su sitio logran unir sus nombres a los de los respectivos descubrimientos, y los que fracasan son olvidados. El gran Newton lo sabía bien cuando dijo: "Si he conseguido ver más lejos que Descartes, es porque yo estaba encaramado a hombros de gigantes".



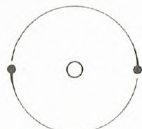
Chadwick
neutrón, 1932

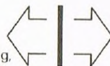


Townes,
laser, 1960



Schrödinger,
mecánica ondulatoria, 1920





Lee - Yang,
leyes de la
paridad, 1956

Bohr,
modelo atómico, 1913





$E = mc^2$

Faraday,
la electricidad

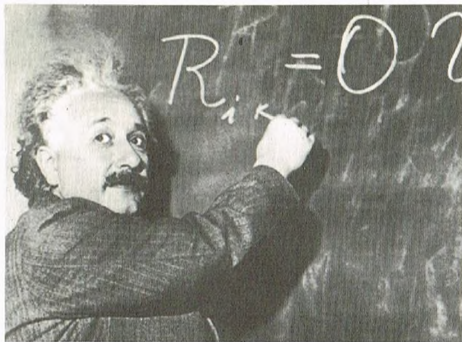
Orsted,
el electromagnetismo

Michelson,
velocidad
de la luz, 1881

Einstein,
teoría de la
relatividad, 1905

Fermi,
reactor
atómico, 1945

1800 — 1900



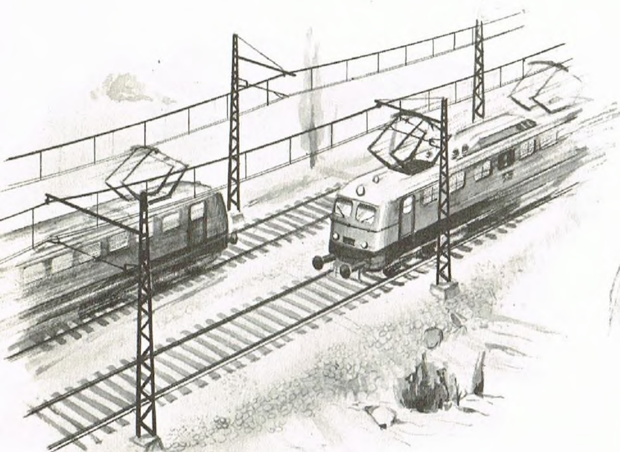
Albert Einstein

Einstein es la figura señera de la física moderna. Sus ideas sobre la radiación, presentadas a principios del s. XX, acabaron con las teorías anteriores. Sus estudios tuvieron poco éxito al principio. Al dejar cada día sus revolucionarios trabajos, tenía que desempeñar un empleo subordinado en la Oficina de Patentes de Berna. Estas experiencias le ayudaron quizás a liberar su genio de la fe ciega en una autoridad despótica.

La materia como energía

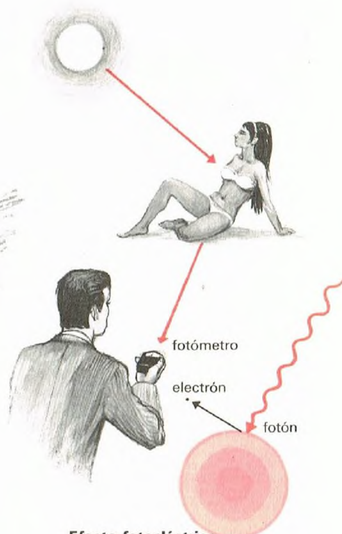
Un contable que, a principios de 1900, trabajaba en la Oficina de Patentes de Berna, revolucionó totalmente nuestra idea del mundo. Era Albert Einstein, quizás el mayor físico de nuestro tiempo. Las *teorías de la relatividad* de Einstein, y de los *efectos fotoeléctricos,* han tenido trascendentales consecuencias.

Según la *teoría de la relatividad,* cierta masa de materia equivale a una determinada cantidad de energía. La materia es equivalente a la energía y puede transformarse en ésta. La famosa ecuación $E = m.c^2$ (energía igual a masa por el cuadrado de la velocidad de la luz) expresa la cantidad de energía que se libera al descomponer el átomo artificialmente o en las explosiones estelares. También se produce una ingente transformación de materia en energía cuando, a distancias cósmicas, chocan entre sí unos sistemas solares compuestos de distintos tipos de materia. El estallido nos llega como un potente rumor



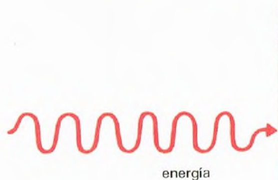
Teoría de la relatividad

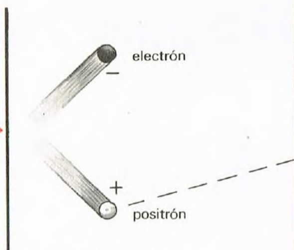
El conductor de una locomotora que ve acercarse otro tren nota que se le aproxima a mayor velocidad que los postes, que permanecen inmóviles. Según la teoría de la relatividad, esto es debido sólo a que las velocidades de los trenes son ínfimas en comparación con la velocidad de la luz. Si los dos trenes pudieran moverse a una velocidad cercana a la de la luz, ambos conductores notarían que el otro tren y los postes se acercaban a igual velocidad. Hay otras muchas consecuencias de la teoría de la relatividad que chocan con el "sentido común". Los físicos, en caso de ser preguntados, sólo pueden responder: "Hemos comprobado que, en realidad, esto ocurre cuando dos objetos se mueven a una velocidad cercana a la de la luz. Aquí no es aplicable el sentido común".



Efecto fotoeléctrico

La radiación electromagnética, por ejemplo, la luz normal, está formada por un conjunto de partículas, fotones, que avanzan a la velocidad de la luz. Cuando un fotón choca con un electrón en el interior de una sustancia, puede cederle la suficiente energía como para que sea despedido hacia afuera. Este efecto de los fotones se aprovecha en los fotómetros para medir la intensidad de la luz.





De la energía...

La línea ondulada simboliza un fotón, el tipo de partícula que transporta energía en la radiación electromagnética. El fotón no puede estar jamás en reposo; cuando existe, se mueve siempre a la velocidad de la luz, no tiene ninguna carga eléctrica, pero, sin embargo, lleva consigo energía.

...a la materia...

Si la frecuencia es lo suficientemente elevada, la energía del fotón puede crear materia. Los fotones de la radiación gamma pueden originar un par electrón-positrón, dos partículas de materia. El positrón es una partícula de antimateria que, normalmente, no existe en el universo conocido.

...a la energía

Al encontrarse un positrón y un electrón, se aniquilan mútuamente y, en su lugar, surgen dos nuevos fotones. Esta aniquilación de materia y antimateria se produce tal vez en el universo. Sistemas solares de materia y antimateria chocan quizás, se aniquilan y transforman en ingentes cantidades de energía.

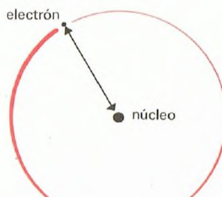
cósmico, registrado en los modernos radiotelescopios.

En su teoria de los *fotoefectos,* Einstein supone que la energía de una particula de radiación, un fotón, depende de la frecuencia de la radiación: Energía $= h.\nu$, donde ν (nu) es la frecuencia de radiación, y h, la constante de Planck. Los fotones, energía en movimiento, pueden transformarse en materia.

Las aplicaciones de la teoria de la relatividad han sido casi inmediatas. Apenas han transcurrido 50 años entre su publicación, su comprobación experimental y su aprovechamiento técnico.

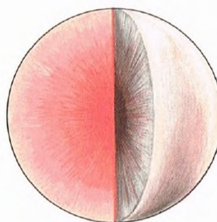
Para los físicos del s. XIX, la materia se componia de *partículas,* cuyo movimiento debía calcularse y predecirse según la mecánica de Newton. La radiación consistía en *ondas,* sin relación alguna con las particulas. Para los físicos actuales, las ondas pueden estar compuestas de partículas, y éstas ser ondas, porque la energía se manifiesta y transporta de distintos modos. Unas veces se puede describir mejor mediante la hipótesis de las partículas, y otras, mediante la de las ondas.

El sistema cósmico diseñado en 1913 por el danés Niels Bohr se ha desarrollado aún más. Los electrones y núcleos no son ya partículas, esferas, sino ondas de energía, concentradas hasta hacerse materia. La noción moderna de materia es difícil de definir sin recurrir al lenguaje simbólico de los físicos. Los reactores nucleares y las bombas atómicas son demostraciones evidentes de una realidad que se esconde tras las aparentemente complicadas definiciones.



Modelo atómico de Bohr

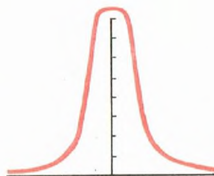
En el modelo atómico de Bohr se encuentra casi toda la masa del átomo, junto con la carga positiva, en un pequeño núcleo. Alrededor de él giran los electrones, cargados negativamente, en órbitas circulares. Se ha tomado como modelo de la estructura del átomo la disposición de un sistema planetario. Las fuerzas de la gravitación entre el Sol y los planetas han sido sustituidas, en el átomo, por las fuerzas eléctricas.



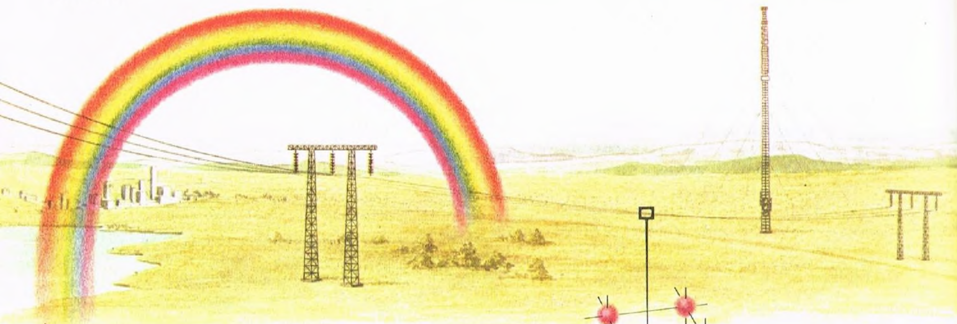
Modelo atómico de Schrödinger

La figura de la izquierda es un modelo más avanzado de un átomo de hidrógeno. El electrón no se mueve ya alrededor del núcleo en una órbita circular. Se encuentra en alguna parte del globo cortado –no se sabe exactamente dónde–. Cuanto más oscura sea la superficie, tanto mayor será la posibilidad de que el electrón se halle en esa zona.

La solución de la ecuación de Schrödinger, que se reproduce abajo, es la que da la distribución de probabilidades. El diagrama de la izquierda es un método gráfico para representar lo mismo que en el globo coloreado: la probabilidad de encontrar un electrón en un átomo de hidrógeno. Por medio de la ecuación de Schrödinger se puede determinar, casi con toda exactitud, la energía del electrón, pero al mismo tiempo se pierde la posibilidad de saber dónde se encuentra.



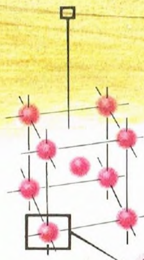
$$\left[\nabla^2 + \frac{2m_0}{\hbar^2}(W-V)\right]\psi = 0$$





Acción recíproca electromagnética

Las fuerzas electromagnéticas se ejercen tanto dentro de un átomo como entre átomos vecinos. El conocimiento de estas fuerzas ha permitido construir centrales de energía eléctrica y motores eléctricos. Muchos fenómenos cotidianos pueden describirse como una acción recíproca electromagnética. Las ondas de TV y la luz solar, los colores del arco iris y la indicación de la aguja de la brújula pueden ser algunos ejemplos de ello.



disposición interior de los átomos en el cobre



estructura simple del átomo

Acción recíproca gravitacional

Un muchacho hace girar una bola atada a una cuerda. Del mismo modo que la cuerda sujeta a la bola, la fuerza de la gravedad retiene a los planetas en su órbita alrededor del Sol. El sentido de la fuerza de la atracción de la Tierra decide el "arriba" o "abajo" de los hombres. Las flores plantadas en un disco giratorio no crecen derechas, sino que se inclinan hacia dentro.





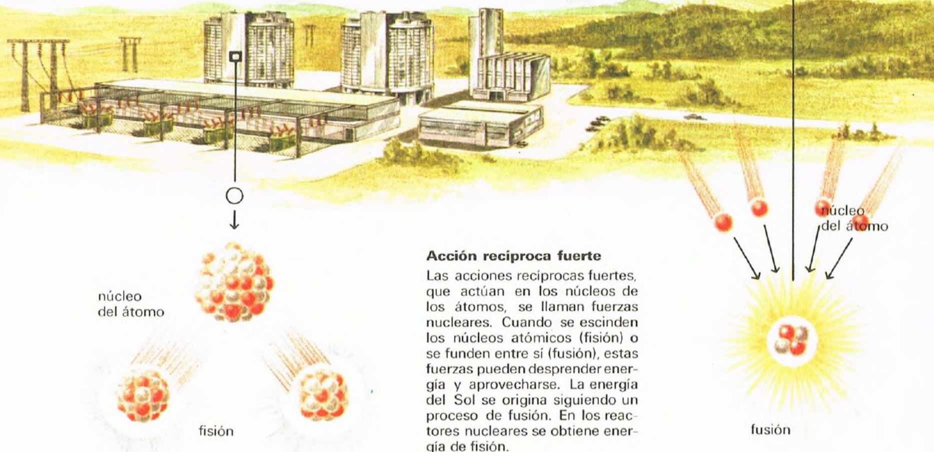




Sistemática de la física

Para descubrir las propiedades y estructura de la materia, los físicos utilizan cuatro tipos de acciones recíprocas, cuatro clases de fuerza. Las acciones recíprocas son *fuertes, débiles, electromagnéticas* y *gravitacionales.*

Las acciones *fuertes* mantienen unidos los núcleos de los átomos y son responsables de la energía generada en los procesos de fusión y fisión. Las débiles se manifiestan en ciertas desintegraciones radiactivas y están íntimamente ligadas a la formación o destrucción de neutrinos, partículas que se mueven a la velocidad de la luz y transportan energía, pero no tienen carga ni masa. Las *fuerzas electromagnéticas* y las *gravitacionales* originan fenómenos más corrientes. La energía del Sol se genera por una fuerte acción recíproca, y llega a nosotros gracias a la acción recíproca electromagnética. Podemos comprender la luz porque se produce una acción recíproca en las células visuales del ojo, y notar su calor porque existe una acción recíproca electromagnética en las células táctiles de nuestra piel. Los electrones del átomo están ligados al núcleo por esa misma fuerza, gracias a la cual los átomos se unen para



Acción recíproca fuerte

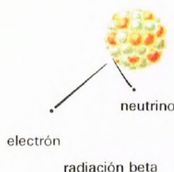
Las acciones recíprocas fuertes, que actúan en los núcleos de los átomos, se llaman fuerzas nucleares. Cuando se escinden los núcleos atómicos (fisión) o se funden entre sí (fusión), estas fuerzas pueden desprender energía y aprovecharse. La energía del Sol se origina siguiendo un proceso de fusión. En los reactores nucleares se obtiene energía de fisión.

formar materia. Las partes de materia son atraidas entre si por la *fuerza de la gravedad.* La propia Tierra es mantenida en su órbita alrededor del Sol por las fuerzas gravitacionales.

Una diferencia muy importante entre las distintas fuerzas es su radio de acción. La *fuerza de la gravedad* es relativamente débil, pero se extiende a lo largo de los espacios infinitos. No puede ser afectada ni siquiera con ayuda de los más ingeniosos aparatos. Las *fuerzas electromagnéticas* son inmensamente más poderosas. Podrian tener el mismo extenso radio de acción que la fuerza de la gravedad, pero en la práctica se diluyen. Las cargas positivas y negativas se atraen y neutralizan entre si. A menudo no hay ningún campo electromagnético alrededor de un objeto neutro.

Las *acciones fuertes* tienen un radio de penetración de una diezbillonésima de diezmilésima de centimetro. El de las *fuerzas débiles* tal vez sea más pequeño aún.

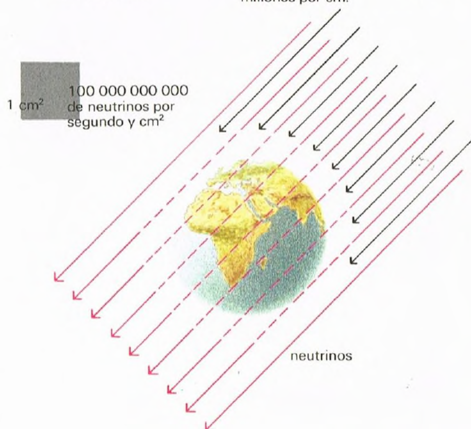
Estas fuerzas son cuanto los físicos precisan hoy para concretar sus definiciones. En lo futuro tal vez se necesiten otras, a menos que se descubra una nueva sistemática que utilice sólo una fuerza.

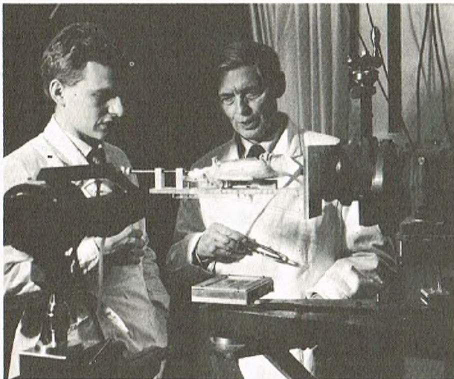


radiación beta

Acción recíproca débil

Cierto tipo de lluvia radiactiva, la lluvia beta, se produce por una acción recíproca débil. Al mismo tiempo se forman neutrinos, partículas sin masa propia ni carga. La mayor parte de la radiación que llega del espacio es detenida por la atmósfera de la Tierra, pero los neutrinos penetran a través de ella sin detenerse. Cada segundo inciden en nuestro cuerpo, sin dañarnos, centenares de miles de millones por cm.²





Investigación pura

La investigación pura, representada aquí por el sueco The Svedverg, premio Nobel (a la derecha), desempeña un papel muy importante en la sociedad. Aun cuando el científico se dedique por entero a estudios teóricos, su trabajo repercute muy a menudo en la esfera práctica.

Los investigadores representados en la fotografía contemplan una rata sometida a la radiactividad. De estos experimentos se ha desarrollado una nueva cirugía del cerebro, en la que se emplea un ciclotrón que, al principio, se destinaba únicamente a la investigación pura.

Investigación práctica

Esta investigación se realiza sobre todo en los laboratorios de la industria y en las universidades. En los aparatos que vemos en la fotografía, se investiga la forma en que soportan la tracción, durante largo tiempo, diversos materiales. Las investigaciones —que se prolongan, a veces, algunos años— son imprescindibles cuando se trata de calcular la solidez de las construcciones en las que intervengan dichos materiales.

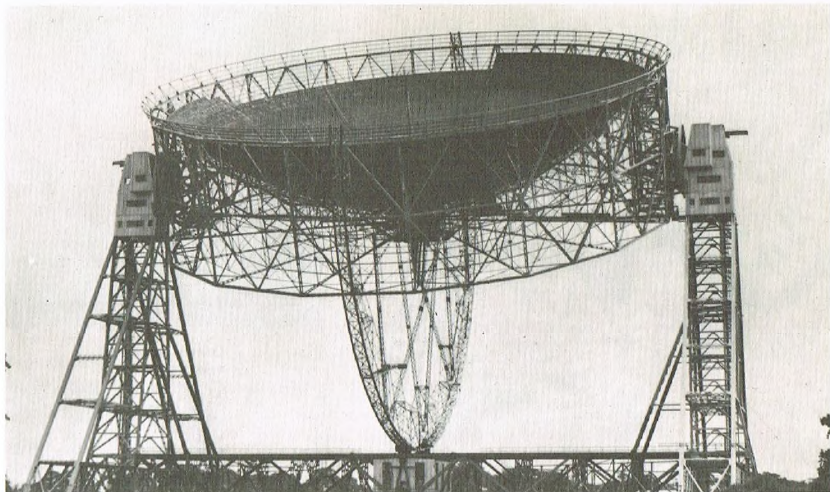


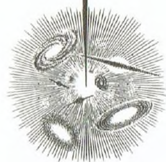
El físico en su trabajo

Michael Faraday, que empezó a investigar los fenómenos eléctricos a principios del s. XIX, mostraba un día su laboratorio a uno de los más destacados políticos ingleses, el cual preguntó: "¿Y qué utilidad tiene este descubrimiento?" Nosotros, que utilizamos diariamente la energía eléctrica, podríamos haberle dado una respuesta que Faraday sólo podía entrever entonces. Las armas nucleares y los reactores atómicos son modernos ejemplos de hasta dónde puede llevarnos la *investigación pura*. El físico estudia la materia al margen de que los resultados obtenidos puedan tener una utilidad práctica. Sin embargo, éste no es un trabajo desperdiciado ni realizado con olvido del mundo. La "revolución copernicana" hizo de la Tierra un insignificante granito de materia en el universo. El que pueda haber vida en otros planetas y en otros sistemas solares no es una fantasía. El descubrimiento de la antimateria ha abierto los ojos a la existencia de imágenes invertidas de nuestro propio mundo.

Muchas instituciones se dedican a la *investigación práctica* y a aprovechar para la técnica fenómenos conocidos. Los rayos laser se usan en cirugía para soldar la retina del ojo cuando ésta se ha desprendido, y en teletécnica para encontrar nuevos caminos por los que transportar la luz y el sonido. Se realizan esfuerzos para obtener energía eléctrica, con nuevos métodos, directamente del interior de los reactores nucleares. Y el aprovechamiento técnico de los descubrimientos científicos ofrece constantemente nuevas posibilidades a los investigadores para penetrar más profundamente, con nuevas experiencias, en los secretos de la naturaleza. Cuestan miles de millones los aparatos necesarios para penetrar en el interior de los núcleos atómicos y encontrar los fundamentos últimos de la materia. Para poder ofrecer a los investigadores la posibilidad de realizar estos costosos estudios, la mayoría de las naciones de Europa se han asociado en una organización de investigación nuclear, el CERN, con sede en Ginebra.

El hombre de ciencia no puede ser ya un mero pensador alejado del mundo, sino que debe convencer a la sociedad que le rodea de que su trabajo es valioso. La labor de Faraday pudo realizarse con unos gastos exiguamente bajos. Los trabajos de un físico del s. XX resultarían imposibles si los políticos actuales mantuvieran la misma actitud escéptica que los estadistas del s. XIX ante los investigadores de su tiempo.







Macrocosmos...

El hombre penetra cada vez más profundamente en el macrocosmos, gracias a la invención de ingeniosos aparatos y mecanismos. Arriba vemos el inmenso radiotelescopio del observatorio de Jodrell Bank, en Inglaterra. Los radioastrónomos, que captan las débiles señales de las lejanas galaxias, intentan alcanzar los límites del Universo.

...y microcosmos

También se construyen gigantescas instalaciones para penetrar en el microcosmos. En Ginebra, el CERN cuenta con un gran acelerador de protones, enterrado en el suelo para evitar la radiación que se produce (en la fotografía se ve como una elevación en forma de rueda). Aquí se estudia el interior de los núcleos del átomo.

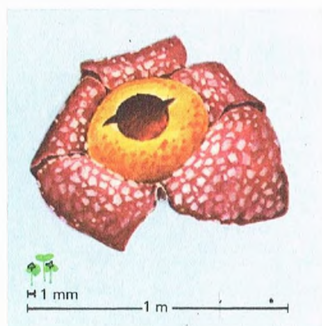




Muchas formas-una misión

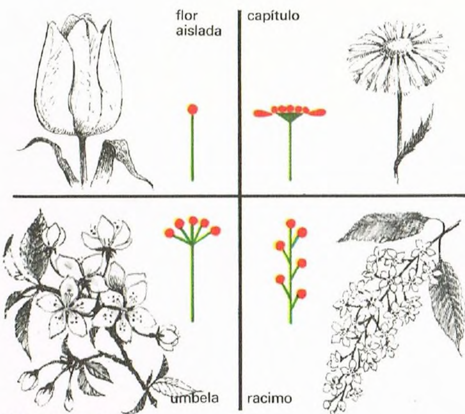
Las flores ofrecen una rica variedad de formas, colores y perfumes. La belleza y la fragancia son características de las rosas.

Aunque el aspecto varía, como en este ramillete, la misión es siempre la misma: asegurar la reproducción de la planta.



La más grande y la más pequeña

La raflesia de Sumatra, una planta de la jungla, tiene la flor más grande del mundo. Huele a carne putrefacta y es de aspecto monstruoso. Pero tiene la misma estructura fundamental y la misma misión que una de las flores más pequeñas, la lenteja de agua.



Inflorescencias

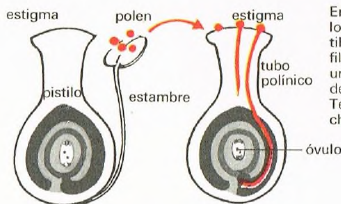
La flor aislada grande, p. ej., el tulipán, es de gran vistosidad y belleza. Pero en plantas de flores pequeñas, el efecto visual puede ser igual si están reunidas en una inflorescencia.
Existen inflorescencias comunes; la de la umbela, en el cerezo y la del racimo, en las lilas, son dos ejemplos. La margarita parece una sola flor, pero consta de muchas de ellas, grandes en el borde y pequeñas en el centro.

FLORES

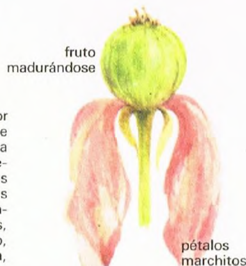
El escaparate del mundo de las plantas

Hay una infinita variedad de flores en nuestro planeta, unas exóticamente espléndidas y resplandecientes de color, otras airosamente graciosas o humildemente escondidas en el verdor del suelo. Mas, pese a sus variados colores y formas, todas cumplen la misma misión: la reproducción y difusión de las plantas. La mayoría de las flores son fecundadas por mediación de insectos. Este complicado juego flor-insecto es, sobre todo, lo que ha dado origen a la abigarrada variedad del mundo de las flores. Se puede decir que las flores son el escaparate que, con su color, forma y olor, hace la publicidad de los productos que buscan los insectos, especialmente néctar y polen. La flor es, por ende, una solución tan hermosa como práctica al problema de la reproducción de las especies.
En principio, todas las flores tienen la misma estructura, pero con grandes diferencias en su exterior y en los detalles. Estas diferencias se deben a que, para poder sobrevivir y difundirse, han tenido que adaptarse al medio. La forma de cada flor responde a las particulares necesidades o recursos de su medio. La riqueza de formas y colores que encontramos en la flora actual es el resultado de una larga evolución de las flores primitivas. La flor, en su origen,





En la polinización, el polen de los estambres se fija en el pistilo, emitiendo hacia abajo un filamento por el que se traslada un núcleo espermático del grano de polen al núcleo del óvulo. Terminado este proceso se marchita la flor.



Reproducción

La flor tiene como misión la reproducción sexual. Las partes masculinas de la flor se llaman estambres, y las femeninas, pistilos. Una flor completa tiene sépalos, pétalos generalmente de colores brillantes, varios estambres y de ordinario un pistilo con una o varias semillas en su ovario.

Los colores de la flor

El color y el dibujo de la flor es, principalmente, lo que atrae a los insectos. El insecto asocia con el alimento ciertas impresiones cromáticas, pero sus ojos de facetas perciben los colores de las flores de manera distinta a los del hombre. Las abejas, por ejemplo, no aprecian el rojo, pero pueden ver el ultravioleta, invisible para el hombre.

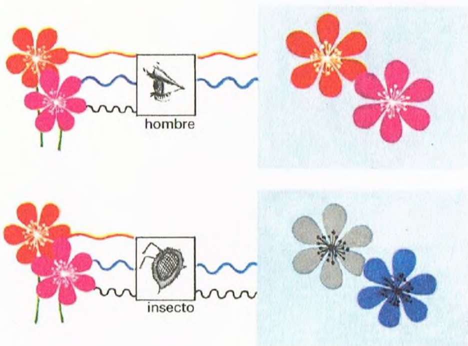

espectro visible para el hombre


espectro visible para el insecto

probablemente constaba sólo de unas sencillas hojas que, más tarde, se transformaron en estambres, pistilos, pétalos, etc.

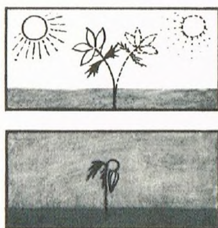
La mayoría de las flores poseen, a la vez, estambres y pistilo. Pero muchas de ellas, para ser fecundadas, dependen del polen de otra flor. Para transportar éste se valen, a veces, de ciertos animales (insectos, sobre todo) y, otras veces, de fuerzas naturales como el viento y el agua.

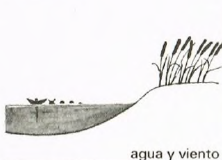
Los más efectivos transportadores de polen son los insectos, principalmente abejorros y abejas, moscas y mariposas. La flor produce y ofrece el alimento que buscan numerosos insectos, en principio atraídos, ante todo, por el color y el perfume de la flor, pero también por cualidades como la superficie aterciopelada y brillante de los pétalos, la profundidad de los cálices, etc. Muchas flores poseen las llamadas señales melíferas, esto es, estrías cromáticas que muestran visiblemente el acceso al néctar. Señales olorosas y excitaciones visuales y sensitivas inducen al visitante a realizar una serie de movimientos instintivos para llegar hasta el néctar de las flores. En su visita, el insecto se empolva con el polen de los estambres, y, al proseguir su viaje, lo lleva al pistilo de otra flor. Después de la polinización y fecundación, la flor se marchita, cumplida ya su misión. Véase también Plantas y Botánica.



Movimientos de las flores

Las plantas reciben su energía de la luz solar, y el sol dirige también muchos de sus movimientos; algunas flores se mueven girando en dirección al sol. Pero, además de la luz solar, la temperatura del aire influye también sobre el movimiento de las flores. El que una flor cierre sus pétalos por la noche no se debe siempre a la oscuridad, sino también, a menudo, al descenso de la temperatura. Hay muchas que permanecen abiertas por la noche.









Polinización

Para el transporte del polen de una flor a otra, las plantas reciben ayuda del viento, de los insectos y de otros agentes. Por ello se habla de flores *anemófilas,* flores *entomófilas,* etcétera.

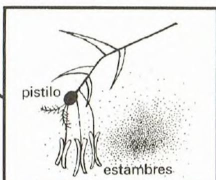
El agua

Las plantas femeninas de valisneria florecen en la superficie del agua. Las flores femeninas son fecundadas por flores masculinas que flotan a la deriva y son atraídas por los pedúnculos helicoidales de aquéllas.

El viento

Las gramíneas son plantas anemófilas cuyas flores carecen de corola. Sus largos estambres móviles lanzan al aire nubes de polen que capturan los peludos estigmas del pistilo.





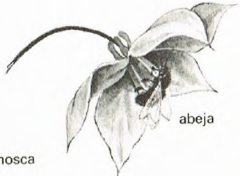
Los huéspedes de las flores

En los siglos XVII y XVIII, los científicos demostraron que las plantas tenían sexo, empezándose a estudiar los métodos de polinización. Así se abrió el camino a los estudios especulativos, del s. XIX, sobre la "vida amorosa de las flores" y sus "huéspedes invitados y no invitados", y a la investigación experimental, más realista, de nuestros días.

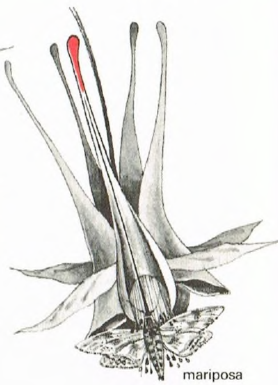
La naturaleza tiene numerosas soluciones para resolver la polinización de las flores. En algunas plantas, los granos de polen se transmiten al pistilo, al encontrarse y chocar en la misma flor la extremidad de éste con la del estambre. El resultado es *la autofecundación.* Pero más corriente y más beneficiosa para la herencia de las plantas es la *fecundación cruzada:* el polen va de una flor a otra de la misma especie por medio del viento, el agua o un animal. En este último caso, la flor recurre a los insectos que buscan néctar y polen. Algunos pájaros tropicales e incluso ciertos mamíferos pequeños son también visitantes de las flores.

En los demás casos, la mayoría de las flores son polinizadas por el viento (sólo algunas lo son por el agua). Las plantas *polinizadas por el viento* tienen flores pequeñas y sin color, y crecen en grandes masas, verbigracia los pinos y los cereales. Como el resultado se debe al azar, se necesita grandes cantidades de polen –un abedul produce más de 5 millones de granos de polen–. En la primavera y el verano, el aire, en los bosques y campos de trigo, lleva en suspensión abundante polen.







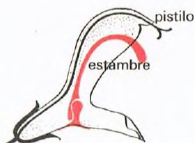


Los animales

La colaboración entre la flor y el ambiente es evidente en el caso de las flores polinizadas por animales. En el curso de su evolución, el color y la conformación de ciertas flores se ha adaptado precisamente a los visitantes que reciben. Las flores que pueden apreciarse en el grabado son diversas especies de aquileyas.

Las flores más abiertas son polinizadas por las moscas; las abejas polinizan las flores de nectario corto. Los colibríes polinizan un tipo de flor con largos nectarios, y una especie de mariposas con trompa muy larga efectúa la fecundación de la más especializada de las aquileyas, dotada de un nectario profundísimo.

Aproximadamente, el 75% de las plantas con flores son polinizadas por insectos. Estas flores, con sus vivos colores y perfumes, atraen los insectos. Algunas plantas están adaptadas a determinadas clases de ellos. Las flores ensanchadas, p. ej. las que forman umbela, pueden ser polinizadas por muchos insectos diferentes, como moscas y escarabajos. Pero en flores más profundas y estrechas sólo pueden llegar al néctar algunas especies, como p. ej., abejorros y abejas en las labiadas, y mariposas en las flores con nectarios o corolas profundos.
Con sus atractivos, las flores estimulan diversos instintos en los insectos, sobre todo el de alimentarse. Hay insectos que acuden a la flor para encontrar su pareja o poner huevos; otros, para buscar protección; y los depredadores, para cazar desde allí su presa.





Las palancas de la salvia

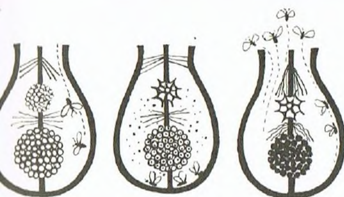
En la salvia, los estambres funcionan como palancas sensibles. Al presionar la parte posterior del estambre, la antera de éste cae sobre la espalda del insecto. Cuando los estambres han desprendido su polen, el pistilo se dobla hacia abajo en disposición de recoger el polen adherido a la espalda de los huéspedes.



La orquídea como imitador

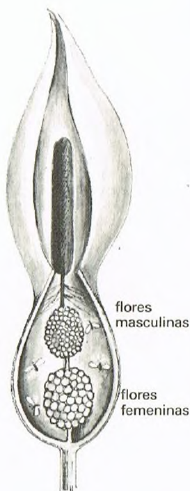
Ciertos himenópteros machos son atraídos hacia un tipo de orquídeas que tienen una enorme semejanza con la hembra. El olor de la flor y su revestimiento piloso despierta en el engañado insecto el apetito sexual. La polinización tiene lugar cuando el insecto intenta aparearse con la flor.

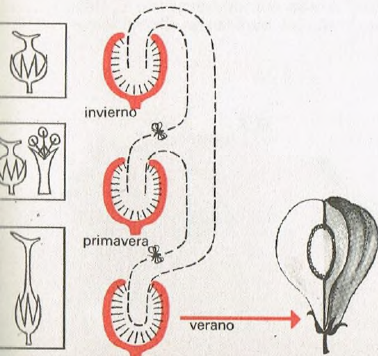




La "trampa" del lirio de agua

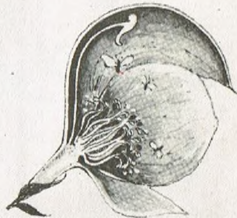
La parte inferior de la flor del lirio de agua forma una urna, en la que los insectos resbalan hasta el fondo. Los pelos de la urna cierran, luego, la salida. Cuando éstos se han impregnado de polen, los pelos se marchitan y los insectos pueden salir. Las flores femeninas son polinizadas por otros insectos.





La polinización del higo

La higuera silvestre se poliniza mediante un pequeño insecto, un cinípido. Sus flores tapizan el interior del higo. Anualmente la higuera produce tres tipos de frutos: de invierno, de primavera y de verano. Las larvas del cinípido invernan en las flores estériles del higo de invierno (flores femeninas atrofiadas y semifecundadas). Los insectos van después a desovar a las flores con pistilos estériles y estambres maduros del higo de primavera, donde se impregnan de polen. Las flores femeninas y fértiles del higo de verano no permiten que el insecto ponga huevos, pero se polinizan con su visita y los higos se convierten en frutos maduros.



El acónito como protección contra el viento

El pétalo superior de las flores del acónito tiene forma de gorra, y muchos insectos pequeños buscan allí protección contra la lluvia y el viento.

anémona
violeta
clavel
lirio
tulipán
rosa
crisantemo
dalia
orquídea
orquídea
geranio

Lugar de origen

Ciertas flores cultivadas eclipsan en popularidad a todas las demás. Aquí se indica el lugar de origen de diez especies entre las más apreciadas.

Orquídeas y lirios

La exótica belleza de las orquídeas procede de los trópicos. Es la familia más numerosa del reino vegetal. Los lirios se difundieron desde Asia Menor, donde los bulbos se emplean también como alimento.



Las flores cultivadas

Siempre se han aprovechado los hombres de la magnificencia de la naturaleza. Se ha cosechado flores silvestres, cultivándolas en jardines y parques, y aprendiendo a mejorar su forma y sus colores. En China, el mejoramiento de las plantas tiene tradiciones viejísimas, y en Babilonia y Egipto estaba muy avanzado el cultivo de las flores hace ya 5 000 años. Los jardines colgantes de Babilonia eran una de las siete maravillas del mundo.

El arte de la jardinería se difundió desde Oriente hasta la Grecia clásica y la Roma imperial. Pero los jardines eran propios de los palacios y el cultivo de las flores, un lujo de la aristocracia. En la Edad Media era muy frecuente el cultivo de plantas medicinales. Con el Rena-





Dentro y fuera de casa

Lo mismo en casa que en el jardín –desde las macetas de la ventana hasta el seto protector– las flores proporcionan a nuestra existencia color, alegría y belleza.

El arriate

Las plantas trepadoras, p. ej. la viña virgen y ciertas rosas, se sostienen en un espaldar o encañado. El arriate del jardín exige cierto espaciado para la armonía de las flores.

El jardín alpestre o rocalla

Un jardín alpestre debe construirse en terrazas para que las piedras soporten la tierra y las plantas. Las flores más adecuadas son las que forman almohadillas, como, p. ej., las de montaña.

cimiento volvió el gusto por los espléndidos jardines de la Antigüedad.
Con los descubrimientos geográficos se extendieron por el mundo nuevas plantas. Se crearon jardines botánicos y se recurrió a la ciencia para el mejoramiento de las plantas y el cultivo masivo de las flores. La industria floral europea se desarrolló sobre todo en Holanda y en el Mediterráneo.
Ahora, influyendo sobre la herencia de las plantas, los floricultores han conseguido que las flores sean más llamativas en colores y forma. Se ha llegado tan lejos a este respecto que casi puede "encargarse" una flor de la apariencia que se desee. Para su reproducción, muchas flores cultivadas dependen enteramente del hombre. No pueden realizarla ellas mismas porque, p. ej., los estambres se han transformado en pétalos "suplementarios".
Los modernos invernaderos, con calefacción, riego y ventilación automáticos, ofrecen mayores posibilidades de selección y un alargamiento de la floración. Ahora se puede cultivar flores de todos los climas, en cualquier época del año. Por otra parte, la demanda de flores ha aumentado mucho en esta era de la automatización y las astronaves.


rosa silvestre


rosa cultivada

La rosa

La rosa es "la reina de las flores". La actual rosa cultivada, de grandes flores, deriva de la sencilla rosa silvestre de cinco pétalos. Las rosas cultivadas proceden de Persia y China.

La dalia

La dalia se cultivaba hace ya mucho tiempo entre los indios de México. La riqueza de color y forma de las variedades actuales es extraordinaria. A los tipos más populares pertenecen las dalias globulares y las dalias laciniadas.


dalia globular


dalia laciniada


Triunfo


Darwin


tulipán papagayo


tulipán lirio

El tulipán

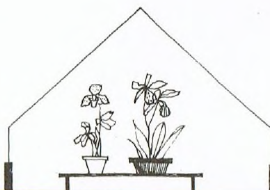
El tulipán tiene una posición privilegiada entre las plantas de bulbo. Los tulipanes crecen silvestres en Asia Central y Occidental. Se cultivan desde hace milenios alrededor de los mares Caspio y Negro y se introdujeron en Europa en el s. XVI. Hoy, el cultivo de los bulbos de tulipán es una gran especialidad holandesa.





El estanque

El agua da vida al jardín. Hoy, los surtidores de otros tiempos han dejado el sitio a estanques con exuberante vegetación acuática.



El invernadero

Bajo cristales, en invernadero o jardín de banquillos, pueden cultivarse plantas delicadas, aun en clima frío. El cultivo en los jardines comerciales suele hacerse en invernaderos.



El seto y los arbustos

Los verdes setos de los jardines artísticos son hoy día menos frecuentes que antaño. En cambio, se plantan arbolitos de adorno aislados, como el sauce llorón, o a veces setos floridos (por ejemplo, lilas).

La flor en la vida y en el arte

"Si tienes dos panes, vende uno y compra un jacinto blanco". Este adagio antiguo expresa en cierto modo el arraigado anhelo de belleza que hay en el hombre y su necesidad de la naturaleza y de las flores. Desde la Antigüedad las flores han acompañado al hombre en las fiestas y solemnidades. Para poetas y pintores han sido un elemento de permanente inspiración y fuente ineludible para una mayoría de artistas.
En tiempos antiguos existía una cultura floral que ha llegado a nuestro tiempo. En las fiestas religiosas y en los banquetes mundanos la suntuosidad de las flores constituía un derroche de riqueza. La gente se adornaba con flores y guirnaldas; aún pervive la costumbre en las islas del Pacífico, p. ej., donde los visitantes son agasajados con hermosos collares de flores.
En las artes plásticas y la arquitectura, las flores se convirtieron pronto en un apreciado motivo ornamental. Aparecen en todas las culturas: en los capiteles egipcios de "loto" y "papiro"; en las columnas griegas y en las paredes de los palacios árabes; en la ornamentación de las iglesias góticas y en los bodegones del arte pictórico. Las encontramos también en toda clase de objetos de artesanía: alfombras, tapices, cerámica, etc.
Europa recibió de Oriente una visión de las flores llena de fantasía y sensibilidad. Simbolizaban la pureza y el amor. Se ha considerado a las flores seres femeninos con cualidades que desde antiguo se han atribuido a la mujer: belleza, suavidad, dulzura. Muchos poetas han fundido los rasgos femeninos de la flor con los que de flor tiene la mujer. En la simbólica lengua de las flores, heredada de Oriente, la rosa es el símbolo del amor; la azucena, la imagen cristiana de la pureza celestial. Muchas casas reales eligieron motivos florales para sus escudos, p. ej., la flor de lis, de Francia (en realidad, un lirio) y las rosas de Inglaterra. Todavía hoy, muchos países y regiones tienen sus propios símbolos florales.
Con la floricultura moderna las flores llegan a todos los hogares. Los rápidos medios de transporte actuales llevan a todos los países las flores cultivadas. Pero, en cambio, muchas flores silvestres están amenazadas de erradicación, al menos en las cercanías de las grandes ciudades. Debemos tener sumo cuidado con la naturaleza y hacer todo lo posible para que las flores frescas y silvestres se desarrollen siempre a nuestro alrededor.

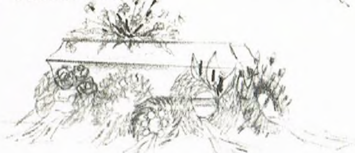




Las flores en nuestra vida

Las flores desempeñan un importante papel en nuestra vida, desde la cuna hasta la sepultura, como espectáculo y como inspiración y consuelo.
Desde antiguo se han señalado con flores diversos hitos de la vida humana. La corona o el ramo están presentes en todas las solemnidades públicas y privadas: en el nacimiento de un niño; como adorno de la novia; como recompensa por la victoria o distintivo de honor; y como despedida de la vida. Los niños son, quizás, quienes más intensamente sienten las flores que crea la naturaleza. Con flores celebramos los cumpleaños y animamos a los enfermos o a los que están solos. Nuestros cultivos de flores en casa o al aire libre alegran nuestra existencia cotidiana.





Las flores son un consuelo en los momentos más difíciles y al morir nos acompañan a la tumba. La corona es un certificado de honor para el muerto. Ya los egipcios enterraban sus muertos con coronas y flores. Para los que siguen viviendo, las flores mitigan, en parte, el aspecto tenebroso de la muerte.





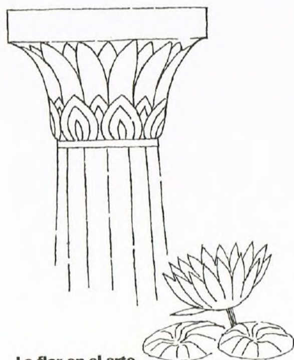
Las flores en la industria

Las flores se cultivan por su belleza, pero se aprovechan también de otras maneras. El perfume es un antiquísimo producto de lujo extraído de los aceites esenciales de la flor. La miel es el néctar de las flores, preparado por las abejas.













La flor en el arte

La flor del loto era la flor sagrada del antiguo Egipto. Se empleaba a menudo en el arte egipcio, especialmente en el capitel de las columnas.

El arte gótico gustaba de las flores, tomando con frecuencia sus motivos de la naturaleza. La piedra misma florece en las columnas y bóvedas, pináculos y torres de las catedrales góticas.

En el arte gótico las flores surgen por todas partes. En los libros pintados a mano las guirnaldas serpean por los márgenes y adornan las letras iniciales.









El ramo de flores ha sido un motivo muy favorecido en el arte pictórico de Oriente y Occidente. Este cuadro del holandés Jan Brueghel y la pintura china en tinta negra son ambos del s. XVII.

El arte de la porcelana china toma, a menudo, para sus apreciadas piezas, motivos florales y otros de la naturaleza vegetal. Véase aquí un cuenco del s. XVIII, con una decorativa peonia.

En el s. XIX, el artesano inglés William Morris renovó los motivos vegetales. Sus diseños inspiran todavía los dibujos de las telas y empapelados de nuestra época.

Flores artificiales

La fabricación de flores artificiales es una hermosa y vieja artesanía, cuyo centro está en París. Ciertamente, las flores frescas pueden llevarse muy pocas veces sobre un vestido o un sombrero, porque manchan y se marchitan en seguida; para decorar, también hay que recurrir a veces a la flor artificial. Las flores se hacen, por lo general, de tela, p. ej. seda y terciopelo. La tela se corta en la forma deseada, se colorea, pliega y ahueca. Las demás partes de la flor se pegan, el pedúnculo de alambre se forra con papel verde y en él se montan los pétalos. Se necesita un cuidadoso trabajo artesano para conseguir un producto así, muy diferente de las flores industriales y más baratas de papel o plástico.









Partes comestibles de las plantas

De ciertas plantas consumimos principalmente sus frutos. De otras, las hortalizas verdes, sacamos más provecho de sus hojas y tallos. Un tercer grupo muy importante lo forman aquellas plantas de las que se consume la raíz o el tallo subterráneo.



clasificación de manzanas





Manzano

La manzana se cultiva en el hemisferio Norte y en el Sur. Tiene poco valor alimenticio pero gran cantidad de vitamina C. Con el jugo de las manzanas se fabrica mosto y sidra.

FRUTAS Y VERDURAS

Arboles frutales del Norte y del Sur

Los frutales en flor tienen la propiedad de crear un ambiente romántico. Largas filas de manzanos cubiertos de flores blanquirrosadas dan una sensación de pureza y primavera. En Japón se celebra la tradicional fiesta de los cerezos, cuando están en floración.

En las regiones nórdicas se cultivan *manzanos, perales, ciruelos y cerezos,* que, a más de proporcionar alimentos, embellecen el paisaje. En aquellos países puede consumirse manzanas durante casi todo el año, pues, gracias al clima, su conservación no es difícil. La pera, en cambio, es menos resistente y, por tanto, se consume, en gran parte, en conserva. En contraste con los claros campos nórdicos de manzanos, están los oscuros naranjales meridionales. Todas las espe-





Peral

La pera, al igual que la manzana, es un cultivo antiquísimo. Menos resistente que la manzana, no se cultiva con la misma intensidad. La madera del árbol se utiliza en marquetería y ebanistería fina.





Ciruelo

El ciruelo proviene del Cáucaso y su cultivo es relativamente reciente. El fruto es azul, rojo o amarillo, según la variedad. En España se cultivan diversas razas, siendo la ciruela claudia la más apreciada.





Cerezo

En el mismo grupo que la cereza común, de sabor dulce, se incluyen otras especies, generalmente silvestres y más ásperas, por ejemplo, las guindas y los frutos del endrino, del cirolero, del acerolo o del serbal.

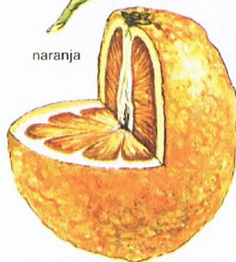


recolección de naranja



Cítricos

Los frutos cítricos tienen una cáscara que envuelve los sabrosos gajos. Muchos son comestibles y se cultivan en gran escala. Se utiliza la pulpa, la piel y el zumo. Estos frutos reciben el nombre botánico de hesperidios.



naranja

Naranja

El más abundante de todos los frutos cítricos es la naranja. Fue introducida en España por los árabes, que la trajeron de China, junto con la mandarina. La llamada naranja sanguina tiene la pulpa un poco rojiza.

Pomelo

El pomelo, ácido y amargo, tiene forma esférica, recibiendo el nombre de cidra cuando es ovalado. Estos frutos amarillos se cultivan principalmente en el Sur de Norteamérica, pero también en la India occidental, Sudáfrica, Israel, España y otros países.

cies de árboles y arbustos cítricos tienen brillantes hojas coriáceas, de un aroma intenso, y flores blancas o rojizas. Los cítricos más importantes son la *naranja*, la *mandarina* (de menor tamaño y más dulce), el *pomelo* y el *limón*. Todos tienen una piel verrugosa, rica en aceites aromáticos, y gajos con pulpa jugosa. El cítrico más grande es el pomelo, que puede pesar hasta medio kilo.

Los *melocotones* y *albaricoques* son especies afines. El melocotón es más grande. Ambos precisan sol y calor para madurar. En España son ampliamente cultivados en las zonas horticolas del SE y en las vegas del Ebro, aunque se dan bien en todas las regiones templadas.

Todas estas frutas son apetitosas y básicas en la elaboración de zumos, mermeladas, licores, etc.





pomelo



limón

Limón

El limón tiene un gran contenido de ácido cítrico que le da un sabor muy ácido. Es muy rico en vitaminas. Los limones se recogen verdes y se les deja madurar.



Melocotón

Una piel aterciopelada y suave recubre el melocotón, que los griegos trajeron a Europa desde Persia. Pertenece a la familia del albaricoque, del cerezo y del ciruelo.







Albaricoque

Durante 4 000 años, por lo menos, se ha cultivado en China el albaricoque. Hay grandes cultivos en el Sur de Europa, donde fue introducido por los árabes, que lo trajeron de Armenia.







Dispersión de las semillas
Muchas frutas y semillas son buenas para comer, y gracias a ello se propagan. Las comen el hombre y los animales, y su duro endocarpio es expulsado lejos de donde ha crecido. Otras semillas, como las de ciertas leguminosas, son dispersadas por la propia planta; las nueces del coco flotan sobre el agua hasta nuevas islas.

División popular

	Definición	Denominación específica		
Baya	Frutos carnosos pequeños	Baya (arándano)	Drupa (cereza)	Sorosis (fresa)
Frutas	Frutos carnosos grandes	Baya (palosanto)	Drupa (melocotón)	Pomo (manzana)
Frutos secos	Frutas secas	Aquenio (avellana)	Drupa (coco)	Núcula (castaña)
Hortalizas	Frutas	Baya (tomate)	Drupa (aceituna)	Legumbre (guisante)
	Verduras	Flor (coliflor)	Hoja (lechuga cebolla)	Raíz (zanahoria) Tallo (espárrago, patatas)

División científica

	Definición	Ejemplo	Lo que comemos
Baya	Capa carnosa con piel delgada, muchas semillas	arándano	la pulpa del fruto
Hesperidio	Capa carnosa con piel firme	naranja	la pulpa del fruto
Drupa	Capa carnosa con piel delgada, parte interior dura: hueso	cereza	la pulpa del fruto
Aquenio	Pared del fruto seca que no se abre. Piel dura	avellana	la semilla
Legumbre	Pared del fruto seca que se abre	guisante	la semilla
Pomo	Fruto carnoso derivado del receptáculo hinchado	manzana	la pulpa del fruto

Fruto y semilla

Los frutos y las semillas de las plantas tienen una misión que cumplir: la reproducción y propagación de la especie. A menudo son nutritivos y tienen gran importancia como alimento para el hombre y los animales. De ordinario se dividen según su utilización o su aspecto. Por ello, el ama de casa los clasifica de una forma muy distinta a como lo hace el botánico; en el lenguaje familiar usamos siempre términos aproximados, bastante diferentes de los científicos. Por ejemplo, distinguimos entre *bayas, frutas* y *hortalizas,* aunque en realidad la baya es un tipo de fruto, y un buen número de hortalizas también lo son. Cuando diferenciamos entre baya y fruta, solemos basarnos en el tamaño: la fruta es un fruto grande, mientras que las bayas son pequeñas frutas carnosas. Los botánicos atienden más a la constitución del fruto y, con arreglo a ella, hacen su clasificación. Todas las fanerógamas tienen fruto, pero sólo algunos de ellos son comestibles.

Las tablas de la izquierda muestran la relación que existe entre ciertos nombres del lenguaje culinario y sus correspondientes nombres botánicos. Entre las frutas llamadas popularmente bayas, vemos en la tabla superior que, p. ej., la cereza es una drupa. En la tabla inferior vemos lo que distingue a una drupa: posee una capa exterior carnosa –la que comemos– y otra interior muy dura, llamada hueso; la pulpa está recubierta por una piel fina. De forma parecida podemos comprobar que el palosanto es, en realidad, una baya, y la manzana un pomo.

En la página de la derecha se muestra qué partes de la planta o de la flor son comestibles en las diversas frutas. En las *drupas* los carpelos crecen sobre la semilla y forman en torno a ella una cubierta carnosa y, a menudo, sabrosa, A veces, una fruta puede estar formada por varias pequeñas drupas (p. ej., la frambuesa). La *baya* es un fruto jugoso, a menudo sabroso, de varias semillas, con una piel generalmente bastante fina pero muy fuerte. La pared exterior del *aquenio* es con frecuencia durísima y encierra la semilla, a veces comestible y, por lo general, muy alimenticia. La *legumbre* es un tipo de vaina que encierra casi siempre varias semillas. En ciertos casos, cuando están tiernas, comemos también las vainas. Se llaman pomos los frutos que tienen el receptáculo, en torno a los carpelos, hinchado y carnoso, p. ej., la manzana. La *sorosis,* en cambio, es un fruto cuyo receptáculo también se hincha, pero dentro de los carpelos que lo rodean, como ocurre con la fresa.

OVARIO COMESTIBLE

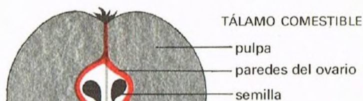




Drupa

El pistilo, con su carpelo, rodea el ovario. Los pétalos se marchitan, el ovario se hincha alrededor del hueso, cada vez más duro, y se hace carnoso y comestible, como en la cereza.

TÁLAMO COMESTIBLE



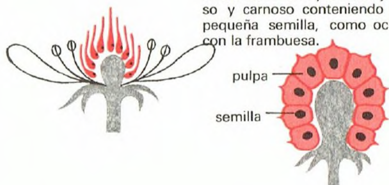


Pomo

En estos frutos, como por ejemplo las manzanas, puede ser el tálamo el que se hincha y se hace sabroso, en tanto que el ovario forma paredes delgadas, semiduras, alrededor de las semillas.

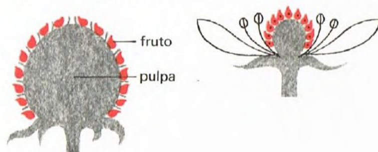
Polidrupa

Un cierto número de pistilos con carpelos y ovarios se disponen sobre el tálamo. Cada ovario se hincha y se hace jugoso y carnoso conteniendo una pequeña semilla, como ocurre con la frambuesa.

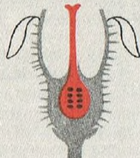


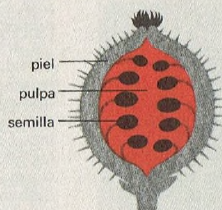
Sorosis

El tálamo carnoso hinchado es la parte comestible. En su superficie hay una gran cantidad de minúsculos frutos que suelen ser pequeños aquenios, como es el caso de las fresas.



OVARIO Y TÁLAMO COMESTIBLES



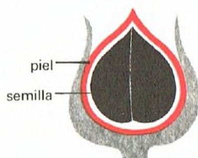


Bayas

A veces, el tálamo envuelve, como una fina piel, el ovario carnoso que contiene las semillas. El resto de la flor se reduce entonces a un mechón negro sobre la baya, como ocurre con el grosellero espinoso. En muchas bayas no aparece el tálamo, y la piel se forma de la parte exterior del ovario.

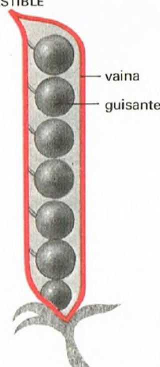
SEMILLA COMESTIBLE





Aquenio

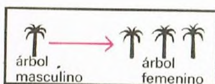
En la avellana, lo que comemos es la semilla. El ovario, que rodea los rudimentos seminales, se seca formando una piel dura. Dentro de ella está la semilla o carne de la avellana. Esta es la reserva de alimento de la nueva planta. La bellota es otro ejemplo de aquenio.

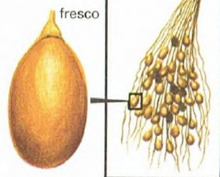


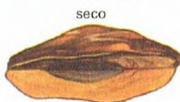
Legumbre

Normalmente, lo que comemos de las legumbres (guisantes, judías, etc.) son sus alimenticias semillas. La legumbre está formada por el ovario de la flor y es bastante delgada, seca y correosa. En ciertos casos, las vainas constituyen platos apetitosos, por ejemplo las de las judías verdes.



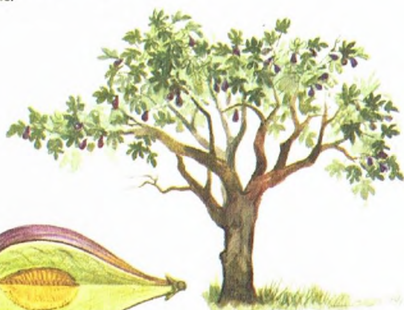






Dátiles

Para la vida en los oasis del Norte de Africa es básica la palmera datilera, cultivada en ellos desde hace milenios. Las flores masculinas y las femeninas están separadas, y en los cultivos existen unos 100 árboles femeninos por cada uno masculino. La polinización se realiza, en general, artificialmente: se cortan las flores masculinas y se colocan en las vainas de los espádices femeninos.
Los dátiles crecen en racimos. Son muy nutritivos y se exportan secos y empaquetados en cajitas.







Higos

Casi todas las especies conocidas de higueras crecen en las zonas cálidas de los trópicos, especialmente en los bosques ecuatoriales. La higuera común, de frutos apreciados, se cultiva, sin embargo, desde la más remota antigüedad en la cuenca del Mediterráneo. El higo puede consumirse fresco, seco e incluso en conserva.

Papaya

La papaya se cultiva, como una planta doméstica, en los "huertos" de todos los países tropicales. Dentro de su piel, el fruto de la papaya tiene una pulpa aromática y jugosa alrededor de un hueco lleno de semillas.





Frutas tropicales

Las frutas tropicales frescas se consumen cada vez más, incluso en las zonas septentrionales, gracias al desarrollo de los transportes. En aviones y barcos acondicionados son llevadas hasta las regiones más alejadas y tan rápidamente que no corren el riesgo de dañarse. Secas, hace mucho tiempo que se consumen fuera de sus países de origen (p. ej., los dátiles). La *palmera datilera* soporta enormes calores, pero sus raíces han de disponer de agua abundante. Irak es el mayor productor de dátiles, aunque los mejores vienen de Túnez. El tipo más famoso de *higo* es el de Esmirna, nombre que recibe de la localidad exportadora, sita en Turquía. El curioso método de polinización de la higuera se describe en el capítulo "Flores". El cultivo de dátiles e higos ha desempeñado un papel muy importante, desde la más remota Antigüedad, en la manutención y la economía de los países que baña el Mediterráneo.
Muchas especies tropicales se cultivan solamente para el consumo familiar. Un ejemplo de ello es la *papaya*. Cada familia tiene su "huerto", con unos cuantos papayos de 3 a 10 m de altura. Son especies gigantes, que crecen rápidamente y mueren a los 4 ó 5 años. Una de las frutas de consumo familiar más común en los trópicos es el mango. Esta jugosa drupa amarillorrojiza, de un



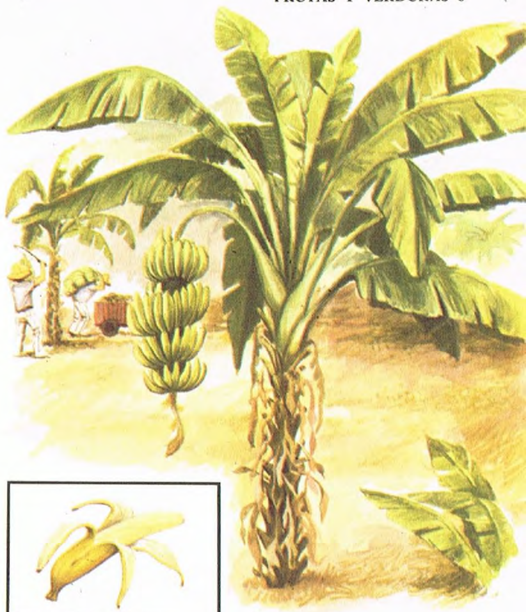
Piña tropical

Una de las frutas más importantes del comercio mundial es la piña tropical, que se cultiva en enormes plantaciones. La piña en conserva se exporta más que ningún otro fruto tropical.



conserva







Plátano

La planta del plátano es una hierba gigantesca de cuyo rizoma emerge un pequeño tallo rodeado de vainas foliáceas. Termina en una inflorescencia, de la que cuelgan las flores apelotonadas, que se incurva hacia abajo cuando sus frutos, los plátanos, crecen.

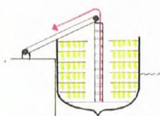
Los grupos de plátanos forman racimos que se recogen sin madurar. Barcos conserveros llevan los plátanos a todo el mundo y, cuando han madurado hasta adquirir el bien conocido color amarillo, se venden en las tiendas. A la izquierda, un barco platanero con ascensor de carga.

sabor algo ácido, crece en altos árboles de flores de color rosa. El *aguacate*, otra fruta cultivada en pequeña escala, tiene forma de pera; su hueso es grande y su pulpa, mantecosa, de un sabor muy peculiar.

A diferencia de la papaya y del aguacate, las piñas tropicales y los plátanos se cultivan industrialmente en inmensas plantaciones. La *piña tropical*, originaria, según se cree, de Brasil, se cultivaba antiguamente en toda la América tropical. Hoy en día, casi el 75 % de la exportación viene de las islas Hawaii. La piña tropical es una hierba. En lo alto de un enhiesto ramo de hojas emerge un corto tallo rodeado por un apretado grupo de flores que formarán más tarde el fruto. La piña tropical se consume principalmente en conserva. El agujero que hay en el interior de las rodajas de piña deja ver la posición del tallo.

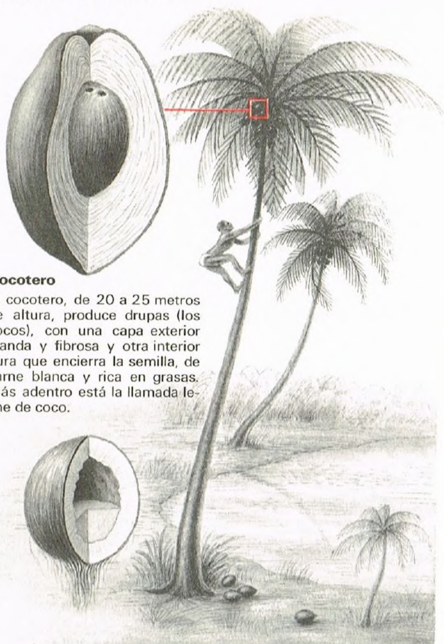
El *plátano* es una hierba gigantesca que puede alcanzar hasta 5 m de altura. Un platanar se forma hincando a distancias regulares trozos del rizoma de la planta. Al cabo de un año han crecido y dan fruto. En la recolección se tala la planta, ya que sólo da una cosecha, pero del tallo subterráneo surgen nuevos brotes. Como el plátano madura después de su corte, puede recogerse y transportarse verde (de esta forma aguanta más tiempo).







El plátano mayor (foto de la derecha) parece un plátano normal, aunque mucho más grande. Puede alcanzar un metro de longitud y ser tan grueso como un brazo, y es el alimento principal de los indígenas de algunos países tropicales americanos. La pulpa es firme y rica en almidón y para poder comerla tiene que cocerse o freírse primero. No se exporta nunca a Europa.



Cocotero

El cocotero, de 20 a 25 metros de altura, produce drupas (los cocos), con una capa exterior blanda y fibrosa y otra interior dura que encierra la semilla, de carne blanca y rica en grasas. Más adentro está la llamada leche de coco.

Nueces y almendras

Desde un punto de vista puramente botánico, las nueces son igualmente frutas. Su peculiaridad consiste en que las partes del fruto que se comen son distintas a las de otras frutas. En el melocotón, que es una drupa, la blanda pulpa es deliciosa; en cuanto al hueso que contiene la semilla, carece de utilidad alguna. Con la nuez ocurre precisamente lo contrario. Se la despoja de su cubierta carnosa antes de venderla en la tienda y es la semilla de dentro del hueso lo que se come. En las avellanas, las capas del fruto, que forman la cáscara, son secas y duras; lo que se utiliza es la semilla, rica en grasas.

El *cocotero,* característico de los mares del Sur, crece en las playas y da frutos del tamaño de una cabeza humana. Los indígenas trepan con toda facilidad a las palmeras para desprender los frutos, utilizando, a guisa de peldaños, hendiduras practicadas en los tallos o aprovechando las inserciones de las antiguas hojas. Se abre la parte externa (fibrosa) del fruto y se saca el interior, que en el comercio se llama nuez de coco; debido a su tamaño y a las dificultades para abrirla o cascarla, no suele aparecer en la mesa junto a otras frutas secas. El albumen se halla dentro de la cáscara y cuando está seco se llama *copra,* una

Nuestros frutos secos más comunes

De todos nuestros frutos secos, sólo la avellana es un aquenio. Aquí se muestran varios ejemplos de cómo son algunos frutos secos antes de recogerse, al venderse en los comercios y cuando se "han cascado". En la avellana, la capa exterior del fruto forma una piel dura. Dentro de ella está la semilla. La nuez común está encerrada en una cubierta carnosa y es por lo tanto una drupa. Cuando madura, se rasga ésta y se recoge la nuez, llena de arruguitas. La semilla interior está compuesta de dos mitades acorazonadas. La nuez del Pará es una semilla alargada triangular que se presenta, con otras, formando hileras dentro de frutos grandes de cáscara dura. Cuando se rompe la cáscara de esta castaña sale la deliciosa semilla.
La almendra tiene una cubierta carnosa alrededor de un hueso dentro del cual está la semilla comestible.

avellana



en el árbol





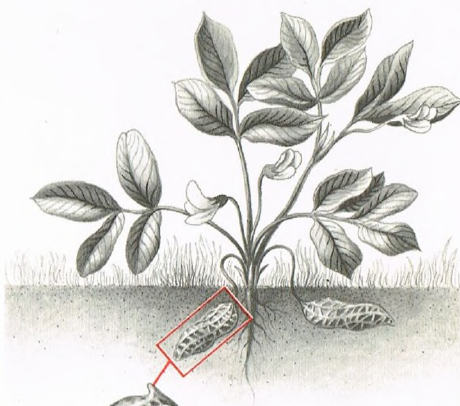
en el comercio





en la boca

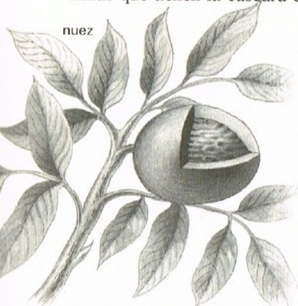
de las materias primas grasas más importantes.
Otra nuez que sale de una fruta grande es la nuez del Pará. Su nombre es debido a que aprocedía, en gran parte, del estado brasileño de este nombre. Estas nueces son semillas dispuestas en series horizontales dentro de frutos del tamaño de una cabeza, con una cáscara dura. El albumen de la castaña americana contiene un aceite incoloro comestible.
El *cacahuete* es un fruto originario de Sudamérica. Nace en plantas, ya de ocho años, a partir de unas flores amarillas que suelen dar un fruto de dos o más cámaras. Entre los aceites comestibles, el de cacahuete es uno de los más utilizados como materia prima. Una vez extraído este aceite, que también se usa industrialmente, con lo que queda del fruto se hacen unas galletas muy ricas en proteínas, que son un excelente forraje para el ganado. Las semillas, tostadas o saladas, son muy sabrosas; la mantequilla de cacahuete es muy apreciada, especialmente en América del Norte. Lo que llamamos frutos secos son, desde el punto de vista botánico, un grupo muy diverso, pero con una característica común: que lo que comemos es su semilla. Llamamos, impropiamente, "frutas secas" a todos esos frutos o semillas que tienen la cáscara dura.



Cacahuete

La planta del cacahuete es una leguminosa, y la doble cáscara de los cacahuetes corresponde a las vainas de los guisantes. Sin embargo, son más semejantes a las nueces, ya que no se abren por sí mismos. Los frutos, tras la fecundación, son metidos bajo tierra y allí maduran.

nuez



nuez del Pará



almendra













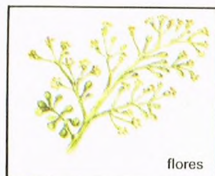


Bayas silvestres y cultivadas

Las bayas crecen en todo el mundo, pero su sabor más intenso y apetitoso lo adquieren en los bosques y prados de las regiones septentrionales. Seguramente se debe a que los veranos son cortos pero soleados, aunque no se ha descubierto todavía por qué el calor y los largos veranos de los países cálidos no producen bayas con un aroma tan fresco y rico.

Sin embargo, las bayas septentrionales no son las únicas comestibles. Las *uvas* crecen en los países meridionales. Requieren mucho sol y calor para madurar. Las mejores plantaciones están en pendientes soleadas, con o sin bancales. Las uvas de postre, que no se convierten en vino, son transportadas en cubas y se exportan a los países pobres en sol. Las bayas de los bosques y de sus calveros vienen siendo, desde tiempo, un complemento muy apreciado de la dieta, en regiones boscosas. Especialmente importantes para la Europa septentrional fueron el *arándano rojo* y el *camemoro* (rico en vitamina C), que son muy resistentes porque contienen una pequeña cantidad de ácido benzoico

El arándano rojo es una especialidad ti-



flores

Uvas

Desde la más remota antigüedad la uva ha sido muy apreciada por el hombre. La mayoría de las 1 500 variedades que existen se utilizan para producir vino, pero otras, tanto negras como verdes, se usan como postre. Secas y prensadas se llaman pasas; un tipo de uva negra y sin pepitas produce las famosas pasas de Corinto.



uva negra



uva verde



uva pasa

Pantanos

En los pantanos nórdicos crecen en abundancia los camemoros. Sus bayas resistentes dan una mermelada excelente. El arándano agrio, pariente del arándano negro, es también una planta de pantano.



Bosques

El arándano negro es una de las especies más comunes en los bosques de coníferas. Su fruto tiene un color azul mate debido a una ligera capa de cera. Otra especie abundante también en los bosques de coníferas es la frambuesa, de sabor delicioso.



Linde de los bosques

Las fresas silvestres crecen también en los bosques de coníferas. Las fresas en conserva pierden su fino aroma. Las matas de zarzamoras crecen en las lindes de los bosques y en las laderas de los caminos.



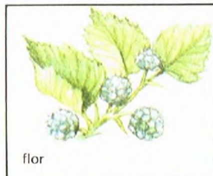
picamente nórdica. También la zarzamora ártica, pariente del camemoro, tiene un sabor exquisito y da un licor muy fino. En Suecia, el *arándano agrio* crece cerca de los pantanos; en Norteamérica, esta especie se cultiva por sus frutos relativamente grandes.

A diferencia del arándano rojo y del camemoro, el *arándano común* y la *zarzamora* exigen muchos cuidados para su conservación. Las *fresas silvestres*, en conserva, pierden su sabor, pero frescas son exquisitas.

A menudo, las bayas silvestres tienen un sabor más intenso y más fresco que las cultivadas. La frambuesa de los bosques, p. ej., tiene más sabor que las grandes y magníficas *frambuesas* cultivadas, y las *fresas silvestres* saben y huelen mucho mejor que los fresones de cultivo.

Los frutos del *grosellero espinoso*, y más aún los del *grosellero rojo* (las *grosellas)*, tienen un sabor fuerte y acidulado que los hace muy adecuados para zumos y mermeladas. Una fruta similar y apreciada en muchos países es *la mora* negra o blanca. Sus polidrupas rojinegras crecen en árboles y se parecen a las moras de zarza. Son dulces y sabrosas, aunque en menor grado en la variedad blanca que en la negra.







Moras

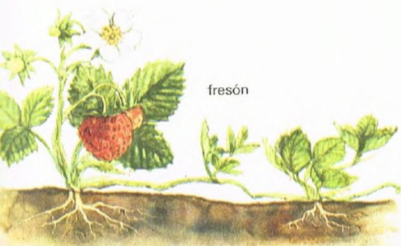
Las moreras se dan bien en climas templados y se han extendido desde el Cercano Oriente hasta Europa Central e Inglaterra. La mora es, en realidad, una polidrupa. Se parece a la zarzamora y tiene un sabor acidulado. Hay también un tipo de morera que da frutos negros.



Jardín

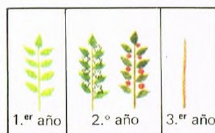
Las bayas cultivadas, como los fresones y otras, constituyen un buen complemento para la alimentación, bien sean frescas o en forma de mermeladas, zumos y compotas. Frescas, son un postre delicioso.

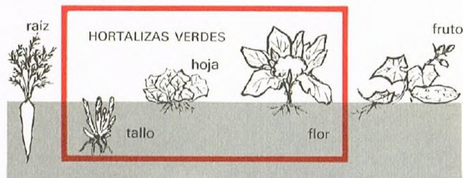




Cultivo de la frambuesa

La mata de la frambuesa no da hojas hasta su primer verano. En la primavera venidera, se ramifica y florece, y da frutos en el verano siguiente. A la tercera primavera se ha marchitado, dejando el tallo reseco.





Partes comestibles de las verduras

Varias partes de las hortalizas pueden aprovecharse, constituyendo manjares ricos y alimenticios. En la práctica podemos distinguir entre verduras subterráneas y superficiales. De las últimas, se comen partes tan distintas como los tallos, las hojas, las flores (las verduras propiamente dichas) o bien los frutos. En este gráfico: las verduras "verdaderas".

Espárragos

De los espárragos se recogen los tallos cuando aún son delicados retoños subterráneos. Si se les deja crecer, se convierten en largas ramas.





rama con bayas



espárrago joven

Tallos, hojas y flores comestibles

Llamamos verduras a la mayoría de las plantas y partes de plantas utilizadas en cocina, aun cuando muchas disten de ser verdes. Una clasificación útil y práctica de ellas podría ser ésta: en un grupo, órganos subterráneos; en otro, frutas; y en un tercero, las demás partes de la planta. Este último es al que se alude en el presente capitulo.

Muchas de nuestras verduras han adquirido su carácter gracias a un cultivo inteligente. Las *coles* son un buen ejemplo de ello. En España, la col se cultiva desde hace más de 2 000 años, y en otros lugares del mundo, desde tiempo todavia más remoto. Partiendo de la sencilla forma silvestre, se ha conseguido cultivar una gran cantidad de variantes, de cada una de las cuales se aprovecha una parte; p. ej., las hojas o la inflorescencia. Se supone que el nabo procede de otra especie silvestre parecida a la que dio origen a las coles.

Otra verdura que se cultiva a partir de una forma silvestre es la *alcachofa,* tan frecuente en nuestras mesas. Se aprovecha su inflorescencia cerrada y provista de hojas caliculares en forma de escamas. Tras cocerla, se come la parte inferior del calículo y el receptáculo de la flor. También se consumen en conserva.

Lechuga y espinaca

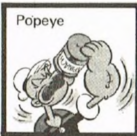
De la lechuga y de la espinaca (rica en hierro) las hojas son la parte más importante. Ambas han de recogerse antes de que florezcan; después pierden su frescor.





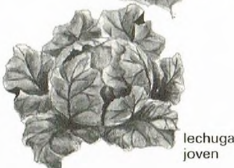
espinaca en flor

espinaca joven





lechuga en flor



lechuga joven

Alcachofa

De la alcachofa, un cardo gigante, se aprovechan los capullos, de unos 6 cm de ancho cuando aún están cerrados. Lo que se come es el tálamo y las hojas centrales.

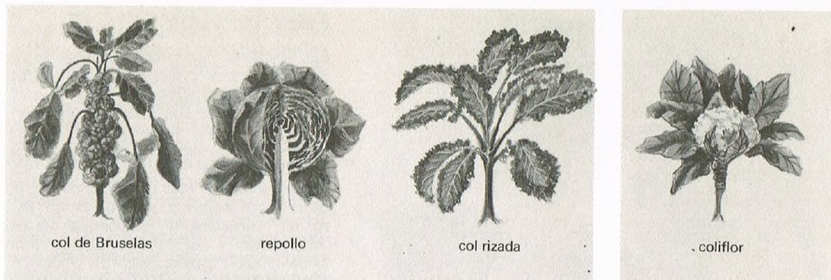




cerrada

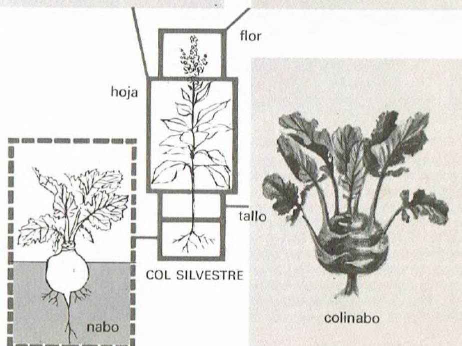


abierta



Col

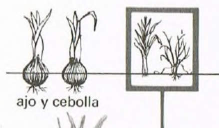
La col en todas sus formas ha sido, por lo menos a veces, una de las bases de la alimentación de muchos pueblos. A partir de la sencilla planta silvestre, el hombre ha creado nuevas variedades especializadas. En cada una de ellas se aprovecha una de las partes de la planta.
El tallo es la parte comestible del colinabo. En otros tipos de coles, las hojas son las partes más sustanciosas. La flor hipertrofiada es la parte comestible de la coliflor. No es corriente que de un antepasado salvaje salga una descendencia tan diversa. Los nabos pertenecen también a este grupo.

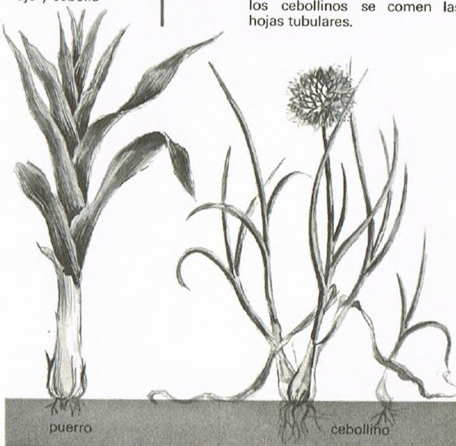


Igualmente, son apreciados los *espárragos,* cuyo brote, pelado, es delicioso, especialmente en ensalada. El *puerro,* de sabor delicado, es también muy bueno servido de esta forma y da un aroma excelente a las sopas.
La hoja es la parte más importante de las *espinacas* y de las *lechugas,* ambas poco nutritivas, aunque ricas en vitaminas. La espinaca contiene también saludable hierro, base de la "increíble fuerza" del popular "Popeye".
Las verduras desempeñan tan importante papel en una dieta saludable que ciertas personas –los vegetarianos– opinan que el único alimento digno del hombre procede del reino vegetal. Las plantas contienen tal cantidad de sustancias nutritivas que es posible vivir alimentándose de ellas exclusivamente.
En los últimos años se ha dedicado gran esfuerzo a mejorar los sistemas para conservar vegetales. La refrigeración es el método más común de almacenamiento, aunque la congelación está ganando cada vez más terreno. Sin embargo, las distintas clases de verduras requieren diferentes métodos de conservación, por lo que existen otros varios sistemas de almacenamiento.

Bulbos comestibles

Los bulbos más comunes, entre ellos el ajo y la cebolla, se presentarán en las páginas 15-16 (hortalizas subterráneas). Del cebollino y del puerro se comen también las partes verdes. Entre el bulbo y las hojas del puerro no existe gran diferencia. En los cebollinos se comen las hojas tubulares.





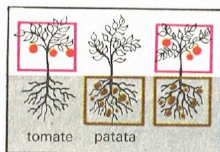
Frutos hortícolas

Las verduras, con todas sus variantes en cuanto a color y sabor, hacen nuestras comidas más vistosas, mejores y más provechosas. Se consumen como guarnición de carnes y pescados, y como platos refrescantes para acompañar las comidas. Hasta hace pocos años, las verduras frescas sólo podían consumirse en la época misma de su producción, pero los adelantos de la técnica de los transportes y de la congelación han hecho posible que actualmente podamos consumirlas frescas durante todo el año. El *tomate* y el *pimiento* se utilizan hoy mucho, tanto frescos como en conserva. Son parientes de las patatas y pertenecen a una familia que cuenta con especies venenosas. A otro grupo pertenecen el pepino, el melón y la calabaza. Los *pepinos* se elaboran para conserva, aunque también se consumen frescos, acompañando a otras verduras, en forma de ensaladas. El *melón* y la *sandía* son postres muy refrescantes. La *calabaza* se come mucho en los paises anglosajones, de manera especial durante ciertas fiestas populares.
En nuestra alimentación desempeñan un



Tomate y pimiento

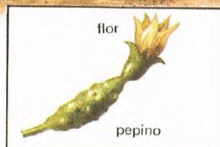
El tomate y el pimiento son parientes. El tomate es muy rico en vitaminas A y C. El pimiento dulce se usa en ensaladas, y la guindilla, como condimento picante. El tomate y la patata son también parientes cercanos y es posible injertarlos de modo que formen una sola planta: patatas bajo tierra y tomates por encima (a la derecha).





Cucurbitáceas

Las cucurbitáceas, que dan frutos grandes y jugosos, requieren calor para su desarrollo. El pepino es uno de los cultivos más antiguos. La calabaza es la cucurbitácea de mayor tamaño y puede llegar a pesar hasta 100 kilos. El melón es jugoso y aromático, aunque poco alimenticio. La sandía puede alcanzar grandes proporciones.









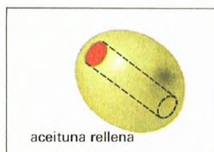


gran papel diversos tipos de legumbres. Entre las más conocidas se cuentan las judías y los guisantes. Las judías pueden consumirse verdes, en cuyo caso se comen también sus vainas, o bien secas, y entonces las semillas son la única parte comestible. Los guisantes se presentan al público frescos o en conserva. Otra legumbre importante, particularmente para los países pobres, es el garbanzo, muy rico en proteínas esenciales para el organismo. Las *habas* pertenecen a las leguminosas, pero no están muy emparentadas con el resto de las legumbres comestibles. Las habas se comen generalmente estofadas, o en puré, en potaje, etc. La *lenteja* es una de las legumbres más antiguas, creyéndose que procede del Próximo Oriente. Sus semillas, planas y convexas, son ricas en albúmina e hidratos de carbono.
Finalmente, la *aceituna*, una drupa, tiene un carácter muy distinto del de las especies anteriormente mencionadas. Se usa sobre todo para ensaladas y como aperitivo en los cócteles. Pero, sobre todo, se utiliza para beneficiar el *aceite de oliva*, artículo imprescindible en la cocina de todos los pueblos mediterráneos.



Aceitunas

Las aceitunas son la materia prima del apreciado aceite de oliva. Pueden comerse crudas cuando están maduras y son negras, pero normalmente se recogen verdes, color "verde oliva", y se las deja en salmuera. A menudo se les quita el hueso y se sustituye por un relleno de pimiento colorado, anchoa o almendra.



aceituna rellena

Leguminosas

A las leguminosas pertenecen, por ejemplo, los guisantes y las judías. Sus semillas están formadas por dos cotiledones muy alimenticios. Cuando la semilla germina, éstos crecen bajo tierra y quedan en la parte inferior del tallo, por debajo de las hojas. Más tarde, se marchitan.





vaina con guisantes



guisante



judía verde



haba



lenteja

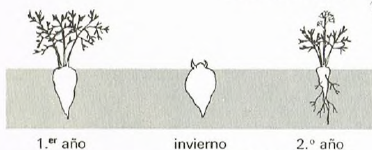
Nabos y otros tubérculos

Los nabos fueron durante mucho tiempo plantas muy importantes para el consumo humano. Hoy en día se usan casi exclusivamente como forraje. Su pariente, la naba, es alimento del hombre y los animales, pero los rábanos y las remolachas se utilizan preferentemente en la mesa.



Zanahoria

La zanahoria tiene muchas formas, desde la casi esférica hasta el tipo delgado, casi cilíndrico. Es bianual, pero hay que recogerla el primer año, porque en el segundo sufre una intensa floración que seca su raíz.



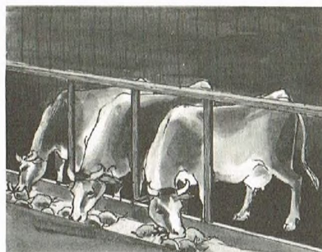
Cebolla

La cebolla es un tallo subterráneo rodeado de hojas carnosas, llamadas escamas. Son ricas en azúcar y aceites sulfurados, lo que les da su fuerte sabor. En la unión de las escamas se forman nuevas cebollas. El ajo se compone de varios bulbos en forma de gajos.









Comedores de nabos

La vaca ha tenido que aceptar lo que el hombre ha decidido darle como alimento y se deleita, ahora, con los nabos, que fueron el artículo alimenticio principal de las clases pobres europeas antes de aparecer la patata.

Verduras subterráneas

Las verduras que crecen bajo tierra constituyen el último grupo que vamos a estudiar, aunque en sentido estricto, rara vez son frutos y, a menudo, tampoco son raíces. Pueden ser tubérculos subterráneos, hinchazones de las raíces o yemas formadas por hojas hipertrofiadas. Estos órganos constituyen la reserva de alimentos para futuras necesidades de la planta, y se cultivan porque tales reservas son también útiles para el hombre y los animales. Estas hortalizas, que son vigorosas y pueden cultivarse con métodos simples, tuvieron gran importancia, principalmente entre la gente pobre cuyos escasos beneficios no le permitía el consumo de cereales. Por tanto, para gran parte de la población de Europa la base de su alimentación fueron los *nabos*, complementados en menor cuantía por otras raíces, como la *remolacha* o el *colinabo*. Ayudaban a la gente a sobrevivir cuando se estropeaban las cosechas; la carne y el pescado eran manjares exóticos.

Cuando los españoles, en el s. XVI, conquistaron el Imperio de los Incas, en Sudamérica, trajeron a Europa, entre otros tesoros, la patata; pero tuvieron que pasar 200 años para que fuera realmente apreciada. Fue Agustín Parmentier, botánico de la corte francesa, quien, en la segunda mitad del s. XVIII, popularizó en Europa la patata, aunque su aceptación por parte de la gente fue bastante lenta. El cultivo en serio de la patata empezó, en algunos países, cuando se descubrió que con ella se podía hacer aguardiente. Al prohibirse, en el s. XIX, la destilación doméstica de alcohol, ya se había generalizado la patata como alimento. Los nabos habían sido ya de-



Comedores de patatas

Cuando el ganado se reunía alrededor del montón de nabos, las familias pobres se congregaban alrededor de una fuente de patatas, como aparece en el célebre cuadro de van Gogh, "Los comedores de patatas".

emigración de la patata

gradados a la condición de forraje para el ganado. Los emigrantes llevaron la patata desde Europa a Norteamérica. Del mismo modo atravesaron los nabos el Atlántico. La patata, rica en féculas y en vitamina C, sigue siendo, en muchos países, un elemento importante en la alimentación. Su contenido en vitaminas se estropea con el almacenaje, lo que puede provocar una avitaminosis en los habitantes de los lugares en que este tubérculo es el alimento básico.

La patata debe su nombre a una confusión con el de la *batata*, uno de los principales cultivos en las zonas tropicales y que esporádicamente se da en España. El tubérculo de la batata se parece a la patata y se cultiva de manera similar. Contiene cerca de un 5 % de azúcar. De parecida forma que la patata y la batata, se utiliza otra planta tropical, el *ñame*. Sus tubérculos pueden ser de 30 a 60 cm de longitud.

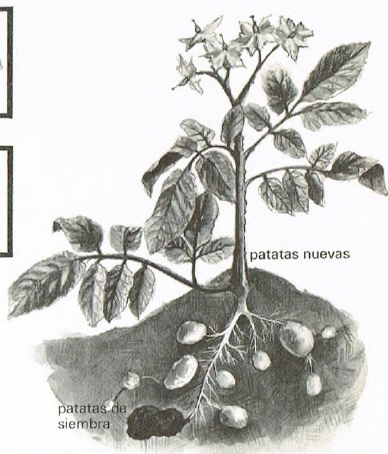
Otros tubérculos y raíces, como los *rábanos*, las *remolachas, zanahorias* y *cebollas,* son alimentos más finos; los tupinambos son considerados poco menos que una golosina. En nuestra alimentación, "las verduras subterráneas" desempeñan un amplio papel.



flor



fruto



Patatas

La planta de la patata se introdujo en Europa a fines del siglo XVI, procedente de Sudamérica. Los tubérculos subterráneos –las patatas– son ricos en almidón y constituyen nuestra principal fuente de vitamina C. Si salen a la luz durante su época de crecimiento, se hacen verdes y venenosas. Por ello hay que aporcar las patatas.

Los "ojos" de las patatas son yemas de las que pueden salir nuevas plantas.



Tupinambos

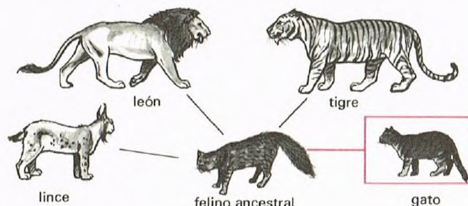
Los tupinambos tienen su origen en Norteamérica. Sus rizomas producen estolones, de cuyas partes superiores salen los deliciosos grupos de frutos (a la derecha).



Batata

La batata es uno de los cultivos más importantes en las zonas tropicales. Los tubérculos radicales pesan, a menudo, varios kilos. Tienen un sabor ligeramente dulce.





Origen del gato

El origen del gato se remonta a unos 50 millones de años. De un antepasado común, cuya apariencia apenas podemos imaginar, fueron apareciendo poco a poco, por evolución, todos los felinos. Una de las especies del grupo fue domesticada por el hombre y puesta a su servicio. Los grandes felinos salvajes se cuentan entre los carnívoros más temibles. A ellos pertenecen el león, «el rey de los animales», así como el tigre, el puma, el jaguar, el leopardo, el lince, y el guepardo.

Los gatos sagrados de Egipto

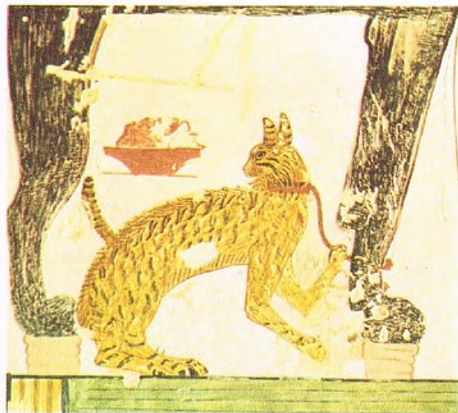
Los antiguos egipcios fueron los primeros en domesticar los gatos salvajes. Para ellos el gato fue ya un animal doméstico útil, pero también lo adoraron como a un ser divino: estaba consagradó a la diosa Bastet, a la que se representaba con cabeza de gato (la figura de la izquierda).

Los gatos muertos se embalsamaban; se ha encontrado gran cantidad de momias de gato (a la derecha). A mediados del siglo XIX, en un templo levantado en honor de la diosa Bastet se hallaron 300000 gatos momificados.

En la pintura mural de la figura inferior (hacia el 1500 a. de C.) vemos a un gato jugando entre las patas de una silla, las cuales tienen precisamente forma de patas de gato.


diosa con cabeza de gato

momia de gato

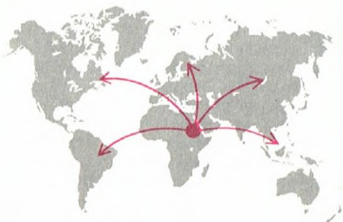


GATOS

Origen y evolución de los gatos

El árbol genealógico de los felinos tiene profundas raíces; los antepasados de la familia de los gatos se remontan a unos 50 millones de años. A ella pertenecen los gatos domésticos y animales salvajes como el león, el tigre, el leopardo y el lince.
Se cree que todas las razas de gatos domésticos proceden del *gato egipcio,* que vivía en el valle del Nilo. Originariamente, era un *gato montés nubio,* al que los egipcios domesticaron hace más de 4000 años. Ya entonces se comprobó que este animal constituía una compañía agradable y que era un magnífico cazador de pequeños roedores y de otros animales dañinos. Pero, para este pueblo de la antigüedad, suponía algo más que un simple animal doméstico. Se le tributaba una religiosa adoración y la persona que hería o mataba a uno de ellos era castigada con la pena de muerte. Nunca este felino ha desempeñado en la sociedad humana un papel tan importante.
Desde Egipto, el gato doméstico se extendió al Imperio Romano y, más al norte, por el resto de Europa y Asia; después se propagó por todo el mundo. Las numerosas razas de gatos domésticos se han conseguido mediante el cruce con otros salvajes; entre ellos el *gato montés europeo,* que antes vivía en casi todo el continente euroasiático pero que ahora sólo se encuentra en Escocia y en las regiones montañosas de la Europa central y meridional. Los gatos domésticos se dividen en dos grupos: *de pelo corto* y *de pelo largo.* Al primero pertenece el gato común europeo que, aunque casi siempre es atigrado, con manchas de color gris blanquecino, también puede ser negro, moteado o de tres colores. Al *siamés,* de largas patas, pelaje de dos tonalidades y ojos azules, y al *gato de Man,* sin cola, originario de la isla de Man, se les considera gatos de raza. Al segundo grupo —y dentro de la categoría de los llamados *gatos persas*— pertenece el apreciado *gato de Angora,* del que existen muchas variedades: negro, azul, gris, pardo y blanco.
Hoy en día, el gato es, junto al perro, el *animal de compañía* más generalizado, pero no tan dócil como el can y mucho más independiente y bohemio. El gato parece haber estimulado siempre nuestra fantasía y, a menudo, ha desempeñado un papel primordial en los cuentos y en las creencias populares, unas veces como mascota que trae suerte, y otras como símbolo de la desgracia.





Variedades de gatos domésticos

Se cree que todas las razas de gatos domésticos proceden del gato montés nubio, que fue domesticado en Egipto hace más de 4 000 años. Desde allí los comerciantes y navegantes lo llevaron al Mediterráneo y después al Norte, Este y Oeste. Es costumbre clasificar los gatos domésticos en razas de pelo corto y razas de pelo largo. Al primer grupo pertenecía el gato nubio, de color pardo atigrado; y hoy, el siamés, el gato rabón de Man y los gatos comunes con pelaje de color variable. Al segundo grupo pertenece el gato de Angora, de pelaje suave como la seda. El gato montés europeo tiene todavía el pelo largo, pero sólo en la punta de la cola.


gato nubio


siamés


gato de Man


gato de Angora


gato montés europeo


atigrado


manchado


negro


tricolor

los gatos domésticos comunes



El depredador doméstico

El gato casero que lame tranquilamente su leche o dormita en la cocina es la imagen visible de la mansedumbre. Pero si durante el día ronronea perezosamente, por la noche pasa a ser un depredador y se comporta como un tigre. Estamos acostumbrados a ver en él a un animal doméstico y olvidamos con facilidad sus ancestrales instintos carniceros. Estos instintos no han sido eliminados por la domesticidad. ¡Basta con observar su sangriento juego con el ratón!

Todos los felinos poseen magníficas condiciones para la caza. Su vista y oído son excepcionales. La visión nocturna de que gozan supera a la de casi todos los demás animales. Sus ojos poseen una membrana vascularizada que contiene cristales reflectores de la luz; esto explica el que parezcan relucir en la oscuridad. Aun cuando ésta sea completa, el gato puede caminar y, sirviéndose de los sensibles *pelos de su bigote*, explorar su derredor.

La flexibilidad de su cuerpo le permite correr y saltar. Se mueve con suavidad y equilibrio, por lo que suele sortear fácilmente los peligros. Con ayuda de sus uñas, le es fácil trepar a los árboles, para esquivar a ciertos perseguidores. Arañando los troncos de los árboles u otras superficies semejantes, el gato logra mantener sus uñas bien afiladas. Dotado de incisivas *garras* y de *colmillos* muy afilados, ataca a su presa, a la que despedaza con sus molares cortantes co-



Más salvaje que doméstico

El gato, aunque es animal doméstico, conserva instintos salvajes. Pensamos en él como en un animal casero que bebe tranquilamente su leche y ronronea. Pero, en las ciudades, donde los gatos constituyen a menudo un rasgo pintoresco de la vida callejera, se hace con facilidad vagabundo.

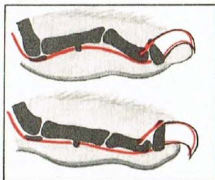


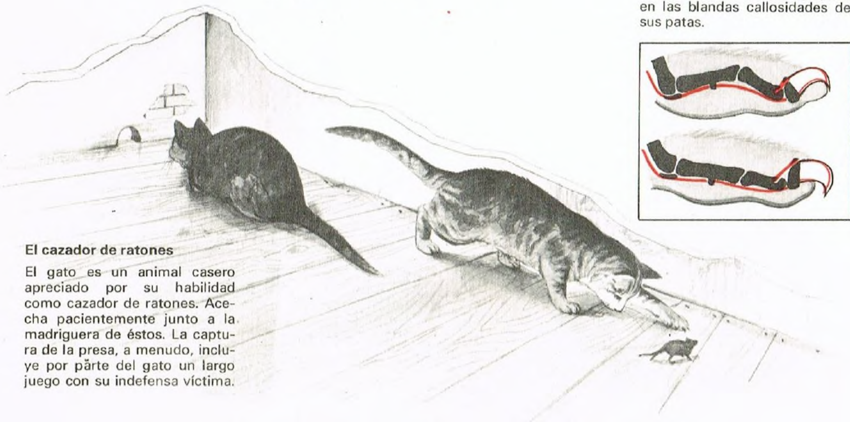
El tigre de jardín

Nuestro gato doméstico es, en realidad, un pequeño tigre que caza en el jardín, escondiéndose entre las plantas y lanzándose con rapidez sobre su presa. Para los pequeños pájaros el gato es un enemigo terrible.

Las uñas del gato

Las uñas, siempre bien afiladas, son las mejores armas del gato. Mediante un músculo, la uña, que normalmente está oculta, se desenvaina para el ataque y la defensa. El gato puede andar, sin hacer ruido, apoyado en las blandas callosidades de sus patas.





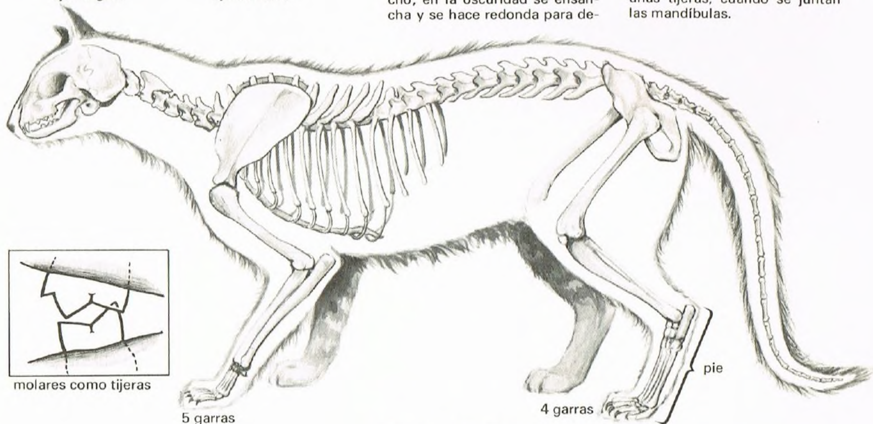
El cazador de ratones

El gato es un animal casero apreciado por su habilidad como cazador de ratones. Acecha pacientemente junto a la madriguera de éstos. La captura de la presa, a menudo, incluye por parte del gato un largo juego con su indefensa víctima.



Ojos sensibles y dientes de carnívoro

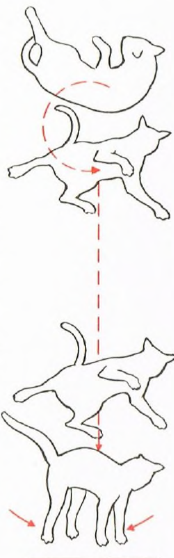
El gato tiene escaso olfato, pero vista y oído muy buenos. Su ojo es muy sensible a la luz: un gato ve relativamente bien en la oscuridad. Al ser fuertemente iluminada, la pupila del gato forma un óvalo alargado y estrecho; en la oscuridad se ensancha y se hace redonda para dejar pasar más luz. (Compárese con la pupila humana, siempre redonda.)
El gato tiene típicos dientes de carnívoro. Los molares son muy afilados y actúan como unas tijeras, cuando se juntan las mandíbulas.



Rapidez y agilidad

El gato camina sobre la punta de los dedos, manteniendo verticalmente sobre el suelo la parte posterior del pie. Cuando salta o corre, se apoya sobre las patas traseras, más largas que las delanteras.
La vieja leyenda sobre las siete vidas del gato no deja de tener fundamento. Cuando un gato cae de espaldas, casi siempre consigue dar una vuelta en el aire y caer en el suelo sobre las patas.

mo tijeras. La lengua, que está erizada de pequeñas púas, rae los últimos restos de carne adheridos a los huesos. El gato doméstico, a diferencia de los felinos salvajes, es omnívoro: se alimenta de carne, pescado, verduras, etc. No le gusta bañarse, ya que detesta el agua; pero, después de comer, limpia su piel lamiéndola.
El gato doméstico es muy dado a realizar correrías y acostumbra a desaparecer de casa largo tiempo. Los gatos abandonados pueden hacerse salvajes con facilidad: se tornan asustadizos y agresivos, como sus parientes, los gatos monteses. Ante el peligro, el animal arquea el espinazo y eriza su pelo. Teme a su "enemigo ancestral", el perro, pero, si se cría junto a él, suelen vivir en perfecta armonía.
En la época de celo los machos enamorados dan verdaderas serenatas nocturnas a sus elegidas. Los machos rivales pueden entablar entonces enconadas peleas. Después de unos dos meses, la hembra alumbra entre 5 y 8 gatitos, ciegos y desvalidos al principio, pero que crecen de prisa y se tornan muy vivarachos.





5 000 millones de años

ERA ARCAICA

4



Los continentes se solidifican

La Tierra era una masa incandescente fluida; las primitivas rocas magmáticas se solidificaron, originando los continentes.

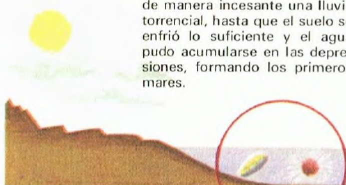
3



Aparición de los primeros océanos

Durante millones de años cayó de manera incesante una lluvia torrencial, hasta que el suelo se enfrió lo suficiente y el agua pudo acumularse en las depresiones, formando los primeros mares.

2



Comienzo de la vida

En los mares aparecieron pequeños organismos unicelulares, origen de plantas y animales. Pero transcurrieron muchos millones de años hasta la aparición de la vida en tierra firme.

1

Cámbrico

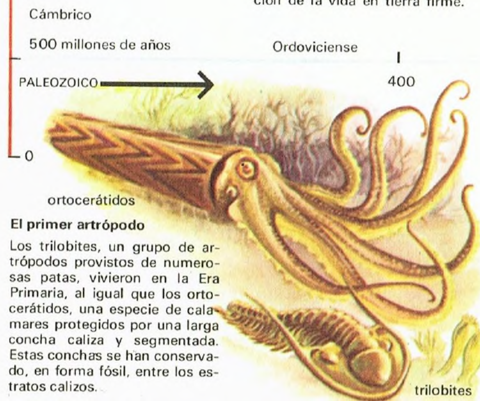
500 millones de años

PALEOZOICO

0

Ordoviciense

400



El primer artrópodo

Los trilobites, un grupo de artrópodos provistos de numerosas patas, vivieron en la Era Primaria, al igual que los ortocerátidos, una especie de calamares protegidos por una larga concha caliza y segmentada. Estas conchas se han conservado, en forma fósil, entre los estratos calizos.

GEOLOGÍA

Historia de la Tierra

La Tierra existe desde hace unos 5000 millones de años. Desde el punto de vista humano el desarrollo de la Tierra ha requerido una evolución infinitamente lenta, antes de que los acontecimientos empezaran a sucederse rápidamente.

Con toda seguridad pasaron miles de millones de años hasta que la superficie fluida de la Tierra comenzó a endurecerse, y otro tanto hasta que los primitivos organismos unicelulares marinos se transformaron en invertebrados inferiores.

En comparación con la lentitud de esta primera fase, los últimos 300 millones de años han representado una evolución extraordinariamente rápida. La vida llegó a establecerse en tierra firme, donde apareció una gran variedad de especies vegetales y animales. Algunas de ellas se extinguieron; otras sobrevivieron y evolucionaron. Se formaron y erosionaron cadenas montañosas; continentes enteros cambiaron de emplazamiento y de extensión.

La formación de cadenas montañosas acaeció durante periodos de intensa actividad en el interior de la tierra. Estos periodos hicieron cambiar también las formas de vida de vegetales y animales. En cada era predominaba un tipo determinado de fauna y flora. Investigando los tipos de montañas y los fósiles, los geólogos pueden reconstruir la historia de nuestro planeta en épocas remotas.



Silúrico

Devónico

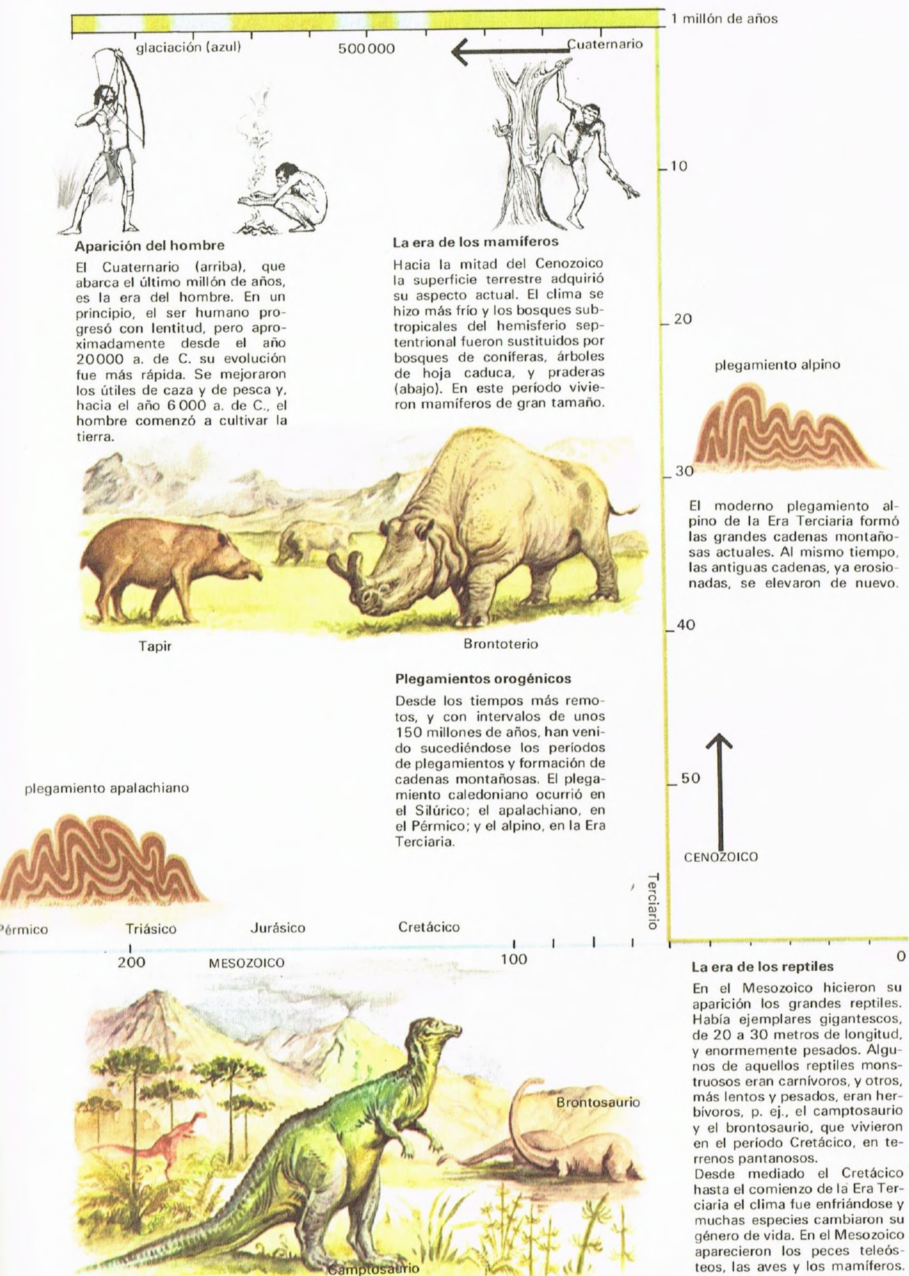
Carbonífero

300



Aparición de la vida en la tierra

Los animales y plantas terrestres aparecieron en zonas de mareas y en regiones pantanosas. En ellas evolucionó el sistema respiratorio de los animales hasta ser capaz de aprovechar el aire puro.



Aparición del hombre

El Cuaternario (arriba), que abarca el último millón de años, es la era del hombre. En un principio, el ser humano progresó con lentitud, pero aproximadamente desde el año 20000 a. de C. su evolución fue más rápida. Se mejoraron los útiles de caza y de pesca y, hacia el año 6 000 a. de C., el hombre comenzó a cultivar la tierra.

La era de los mamíferos

Hacia la mitad del Cenozoico la superficie terrestre adquirió su aspecto actual. El clima se hizo más frío y los bosques subtropicales del hemisferio septentrional fueron sustituidos por bosques de coníferas, árboles de hoja caduca, y praderas (abajo). En este período vivieron mamíferos de gran tamaño.

El moderno plegamiento alpino de la Era Terciaria formó las grandes cadenas montañosas actuales. Al mismo tiempo, las antiguas cadenas, ya erosionadas, se elevaron de nuevo.

Plegamientos orogénicos

Desde los tiempos más remotos, y con intervalos de unos 150 millones de años, han venido sucediéndose los períodos de plegamientos y formación de cadenas montañosas. El plegamiento caledoniano ocurrió en el Silúrico; el apalachiano, en el Pérmico; y el alpino, en la Era Terciaria.

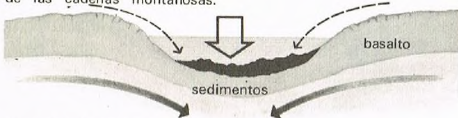
La era de los reptiles

En el Mesozoico hicieron su aparición los grandes reptiles. Había ejemplares gigantescos, de 20 a 30 metros de longitud, y enormemente pesados. Algunos de aquellos reptiles monstruosos eran carnívoros, y otros, más lentos y pesados, eran herbívoros, p. ej., el camptosaurio y el brontosaurio, que vivieron en el período Cretácico, en terrenos pantanosos.

Desde mediado el Cretácico hasta el comienzo de la Era Terciaria el clima fue enfriándose y muchas especies cambiaron su género de vida. En el Mesozoico aparecieron los peces teleósteos, las aves y los mamíferos.

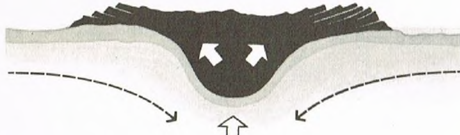
Formación de las cadenas montañosas

Se debe a las corrientes de magma existentes bajo la corteza terrestre. Estas corrientes son causadas por diferencias de temperatura del magma y describen un movimiento circular cuyo resultado es la formación de las cadenas montañosas.



Al principio las corrientes avanzan lentamente durante largo tiempo y, en los puntos por donde descienden, se van formando depresiones (geosinclinales). Allí se almacena el material que formará la cadena montañosa. Al final de esta etapa, aumenta la velocidad de las corrientes, y la depresión, que se hace más profunda, recoge más sedimentos. A continuación tiene lugar un breve período de corrientes intensas, durante el cual se forman las raíces de la cadena (arriba). Las corrientes hacen descender hacia la capa inferior de basalto las ligeras capas de sedimentos, con lo que se aproximan los bordes de la depresión.





Por fin cesan las corrientes, y las formaciones sedimentarias rocosas se elevan hasta conseguir el equilibrio. El material comprimido se pliega, es obligado a esparcirse sobre la superficie adyacente y forma una cadena montañosa.

Historia de una cordillera

Hay cuatro tipos básicos de formaciones montañosas: plegamientos, fallas, volcanes y montañas sedimentarias (véase Montañas 3-4).

Los plegamientos son los tipos montañosos más interesantes. Se deben a fuerzas formidables que, al comprimir grandes masas de sedimentos, hacen que éstos se plieguen y formen cadenas montañosas. Pero incluso la montaña más grande puede acabar siendo destruida por la erosión; por tanto, la montaña nace y muere.

El nacimiento de una montaña se debe a una distribución irregular de la temperatura en el interior de la tierra, lo que provoca un desplazamiento del magma situado bajo la corteza terrestre (corrientes de convección). En las partes calientes se originan corrientes ascendentes; en las frías, corrientes descendentes. Sobre estas últimas se forma una depresión de la corteza (geosinclinal), en la que se van recogiendo, durante millares de años, restos orgánicos (organismos calizos y silíceos) o inorgánicos (arcillas y arenas), hasta formar colosales masas sedimentarias.

Cuando las corrientes de convección desaparecen, los sedimentos, más ligeros que las capas basálticas circundantes, son empujados hacia arriba hasta alcanzar una posición de equilibrio, al igual que sucede cuando, en el agua, se empuja hacia abajo un trozo de madera: al soltarla, sube de nuevo y flota en la superficie. Cuando los sedimentos comprimidos son empujados hacia arriba, a



Cámbrico

La montaña nace...

Una cadena montañosa no es eterna; la acción erosiva tiende a nivelar el terreno. La serie de mapas muestra el desarrollo de una cadena, ya desaparecida, que existió en el Norte de América. El tono gris marca las tierras emergidas en los diversos períodos. Durante el Cámbrico, hace 400 millones de años, cuando los nautiloideos (moluscos primitivos) dominaban los mares, se formó allí un geosinclinal.

Esta cadena montañosa se formó durante el Silúrico, al mismo tiempo que otras, como las de Escocia y Escandinavia.



Silúrico



plegamiento



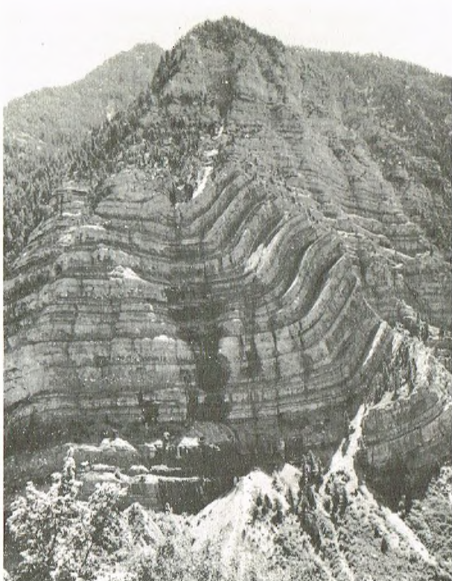
geosinclinal

miles de metros de su posición original, los estratos sedimentarios, antes horizontales, se pliegan. A veces el plegamiento se circunscribe al lugar de formación; otras, se extiende a la zona circundante (así sucedió en el norte de la India, donde existen masas de sedimentos plegados procedentes del macizo del Himalaya).

La destrucción de una montaña comienza desde el instante mismo de su nacimiento. La erosión es muy intensa en las cimas y laderas. La montaña se desgasta, su material se transporta lejos y se sedimenta, para participar en la formación de una nueva cordillera. Sólo cesa la erosión cuando la superficie de la tierra queda totalmente nivelada, formando una llanura.

Los plegamientos se realizan con extraordinaria lentitud. El plegamiento alpino, que culminó hace unos 25 millones de años, todavía no ha concluido. Al sur de Java y de Sumatra se está formando una cordillera, a consecuencia de una depresión submarina; prueba de ello son las islas que aparecen, a menudo, en esta región.

No obstante, los periodos de plegamiento son más breves que los de inactividad. A partir del Cámbrico se han apreciado tres grandes períodos de plegamientos que han prestado a la superficie de la tierra su actual topografía. Antes del Cámbrico sucedieron unos diez períodos de plegamientos. Las montañas que se formaron entonces están ya totalmente erosionadas; sólo sus raíces testimonian los procesos de plegamiento que tuvieron lugar en el transcurso de aquella época.



Relieve de plegamiento

En el Cañón Provo, en Utah (EE. UU.) existe una típica montaña de plegamiento. La piedra caliza que millones de años antes se depositó, en estratos horizontales, sobre el fondo marino, fue sometida, en la corteza terrestre, a presiones y movimientos. Las capas se comprimieron y se elevaron muy por encima de su posición primitiva. Finalmente, la formación se denudó al crearse un cañón, a consecuencia del desgaste producido en la montaña por el paso de un río.



...y muere

Inmediatamente la erosión comenzó a actuar; la cadena quedó muy desgastada en el Devónico, cuando los peces poblaban ya los mares. Cien millones de años después, durante el Pérmico, cuando aparecieron los reptiles, la cadena montañosa estaba totalmente erosionada y la superficie se niveló hasta formar una penillanura. El material erosionado se depositó en una nueva depresión; ésta formó más tarde la cordillera de los Apalaches, situada en la parte oriental de EE.UU.
Un nuevo ciclo estaba en marcha.



erosión



penillanura



Rocas magmáticas

Las rocas magmáticas proceden del magma del interior de la tierra, que, al subir hacia la superficie, se ha solidificado. Si la solidificación sucede a gran profundidad, se forma el granito; si tiene lugar en grietas, se forman los pórfidos; y si se realiza en la superficie (erupciones volcánicas), se forma el basalto. Las rocas de origen profundo constan de grandes gránulos minerales, mientras que las solidificadas en superficie tienen aspecto de pasta vitrea sólida.

Rocas sedimentarias inorgánicas

Las rocas sedimentarias inorgánicas se originan por transporte y depósito de fragmentos de rocas magmáticas. Si los fragmentos son grandes, se forman conglomerados o areniscas; si son pequeños, arcillas o margas.

volcanismo
basalto
erosión
transporte
presión
plegamiento
sedimentación
presión
metamorfismo
fusión
calor
magma

CICLO DE LAS ROCAS

Las rocas magmáticas se desgastan por la erosión, se sedimentan y originan nuevas rocas. Al plegarse pueden alterarse a causa de la presión y el calor, e incluso fundirse, en cuyo caso, al solidificarse después, forman nuevas rocas magmáticas.

Rocas metamórficas inorgánicas

Las rocas metamórficas se originan a partir de rocas magmáticas o sedimentarias alteradas por la presión y el calor. Cuando los sedimentos son afectados por un plegamiento, se desarrolla calor. Si las partes más profundas del plegamiento penetran en el magma, se calientan todavia más.

Una roca se transforma

granito

El granito es una roca plutónica de color claro, de estructura granuda y con mucho contenido de sílice. Es una de las rocas más antiguas que existen.

gneis

El granito, al metamorfizarse, se convierte en gneis. El gneis adquiere su típica estructura en bandas debido a que los gránulos minerales se reúnen y se orientan en direcciones determinadas.

arenisca

La erosión destruye el granito y el gneis, convirtiéndolos en arena que se sedimenta y que, al comprimirse, se transforma en arenisca, cuyo principal mineral integrante es el cuarzo.

cuarcita

La arenisca, a su vez, puede convertirse, mediante la presión y el calor, en una roca más dura, la cuarcita. Esta roca es blanca o gris y se compone, en su mayor parte, de gránulos de cuarzo.

Ciclo de las formaciones rocosas

La *corteza terrestre* se ha originado por enfriamiento de las rocas fundidas del interior de la tierra. La corteza forma como una piel que envuelve al *manto*, más caliente, integrado todavia por magma. Pese a que la corteza terrestre parece dura y firme, está sometida a grandes variaciones que ocasionan en ella plegamientos, grietas y dislocaciones. El magma puede abrirse paso a través de estas zonas frágiles. Un ejemplo de ello son los volcanes.

Estas *rocas magmáticas* pueden enfriarse en la corteza terrestre o antes de llegar a ella. En el primer caso se llaman *rocas efusivas* o *volcánicas*. Si el magma es denso y viscoso se originan formaciones escarpadas, como es el caso de los conos de los volcanes. Si es fluido se extiende sobre vastas extensiones de terreno, formando una delgada capa de lava. Por lo general, las rocas efusivas tienen estructura de pasta vítrea, ya que se han enfriado tan de prisa que en ellas no se han podido formar cristales individualizados.

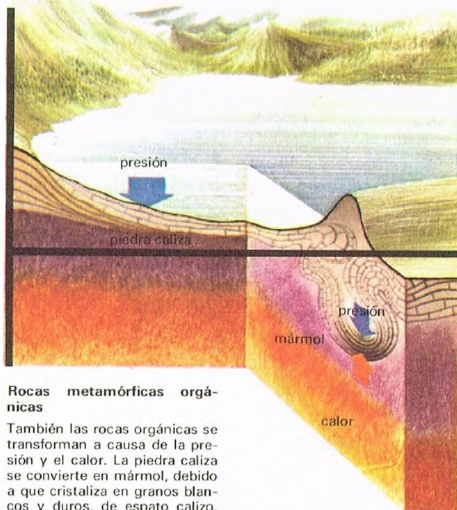
Si el magma se solidifica antes de alcanzar la superficie terrestre, puede hacerlo en grietas, formando filones, en cuyo caso se habla de *rocas filonianas*. Éstas tienen una estructura llamada porfídica, con grandes cristales incluidos en una pasta vítrea. El magma solidificado a grandes profundidades origina las *rocas plutónicas*, cuyo proceso de solidificación es muy lento (a veces dura millones de años), originándose una estructura llamada granuda, formada sólo por cristales individualizados. El granito y el gabro son típicos ejemplos de rocas plutónicas. Estas rocas, si bien se solidificaron a gran profundidad, han quedado al descubierto, debido a los cambios sufridos por la corteza terrestre.

Las *rocas sedimentarias* se originan por depósito; por tanto, se hallan más o menos estratificadas. El material que se sedimenta puede ser orgánico o inorgánico.

Las rocas magmáticas y las sedimentarias pueden cambiar totalmente, a causa de una transformación llamada *metamorfismo*. El *calor* del magma ascendente cambia la estructura de los cristales y minerales de las rocas circundantes. Estas variaciones pueden ser causadas también por una intensa *presión*. Normalmente estos dos factores se conjugan, originándose entonces, sobre vastas extensiones, un amplio proceso de transformación, al igual que sucede en los plegamientos. A veces el calor es tan intenso que las rocas sedimentarias se funden y se transforman en magma. De este modo la montaña vuelve a su origen y se completa el ciclo.

Rocas sedimentarias orgánicas

Las rocas sedimentarias orgánicas están constituidas por caparazones silíceos o calizos de animales muertos, que se depositaron en el fondo marino y formaron masas de varios kilómetros de espesor. Estos caparazones, al estar sometidos a gran presión, se convierten en una roca, por lo general, caliza.



Rocas metamórficas orgánicas

También las rocas orgánicas se transforman a causa de la presión y el calor. La piedra caliza se convierte en mármol, debido a que cristaliza en granos blancos y duros, de espato calizo.



Una roca se transforma

Infinidad de seres, desde organismos unicelulares hasta enormes colonias de corales, originan los sedimentos orgánicos.

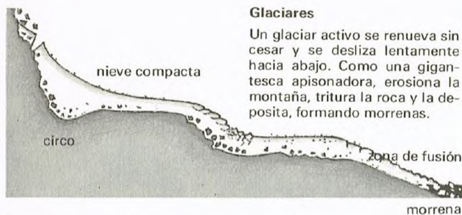




La presión transforma en caliza o creta estos sedimentos. Todos los animales que constituyen la roca se encuentran fosilizados en ella.



Al transformarse la caliza en mármol se descomponen todos los fósiles incluidos en ella. El color del mármol depende de su contenido en ciertos minerales.



Glaciares

Un glaciar activo se renueva sin cesar y se desliza lentamente hacia abajo. Como una gigantesca apisonadora, erosiona la montaña, tritura la roca y la deposita, formando morrenas.

Desgaste por el viento y el agua

Un paisaje cambia de continuo: unas veces su mutación es lenta e inapreciable; otras, fundamental y catastrófica. En la superficie de la tierra se desarrolla un constante proceso de desgaste; este proceso tiende a nivelar el relieve. Desde las montañas hasta el océano se realiza un constante transporte de materiales; si la corteza terrestre fuera inmóvil, es decir, no pudiera elevarse, plegarse, ni formar montañas, hace ya mucho tiempo que los continentes habrían sido engullidos por el mar. La *erosión* o desgaste del suelo se debe a varios factores, todos ellos dependientes, a su vez, de la fuerza de gravitación.

Cada región tiene sus características propias, pero el mecanismo de las fuerzas erosivas es, en todas, aproximadamente el mismo. La erosión desgasta las montañas; los trozos de roca arrancados son transportados hasta otros lugares, donde se depositan.

Erosión del paisaje

El paisaje se erosiona por la acción del viento y del agua –glaciares, lluvia, cursos de agua (cascadas, aguas subterráneas, ríos, etc.)– y por las olas del mar.

glaciar
lluvia
morrena
agua del deshielo
talu
cascada
viento

El viento

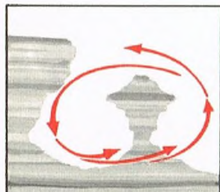
La erosión del viento se manifiesta principalmente en el transporte de material fino, p. ej. arena y partículas arcillosas de los desiertos y páramos. El viento cargado de arena puede esculpir, en rocas sedimentarias blandas, curiosas configuraciones.

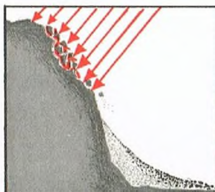
La lluvia

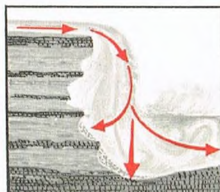
La fuerza de la lluvia es muy importante y coopera a la acumulación de fragmentos, en las faldas de los montes, formando los llamados taludes. En regiones secas, donde la lluvia cae en forma de aguaceros, la erosión superficial causa enormes daños.

Cascadas

Cuando las cascadas caen desde una roca dura situada sobre otra más blanda, el agua excava el escarpe, en la base. La cornisa que sobresale acaba rompiéndose, por lo que el salto de agua va trasladándose, poco a poco, río arriba.

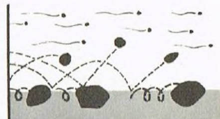


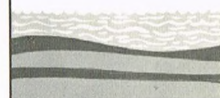




Los *glaciares* prehistóricos realizaron, a gran escala, el mismo trabajo de desgaste que los actuales. Rompían y trituraban las montañas; las aguas del deshielo y los ríos recogían los materiales resultantes y los depositaban en morrenas y lomas. En las regiones secas, el viento es el principal factor erosivo; pero cuentan también los cambios de temperatura y las reacciones químicas de la atmósfera. El *agua* desempeña un importante papel en la configuración del paisaje. El cauce de los ríos se rellena con materiales transportados que, cuando son de pequeño tamaño, pueden llegar a la desembocadura y forman un delta. La acción del mar influye tanto más activamente sobre las costas cuanto más blando es el tipo de roca de que están formadas. En los acantilados calizos el mar desgasta la roca, con enorme rapidez. A lo largo de la costa aparece una zona alargada de sedimentos, un depósito de material erosionado que a veces es arrastrado mar adentro. En los océanos hay también sedimentos que no proceden de la erosión, ya que en el fondo de ellos cae constantemente una lluvia de restos calizos de organismos que rellenan lentamente las desigualdades.







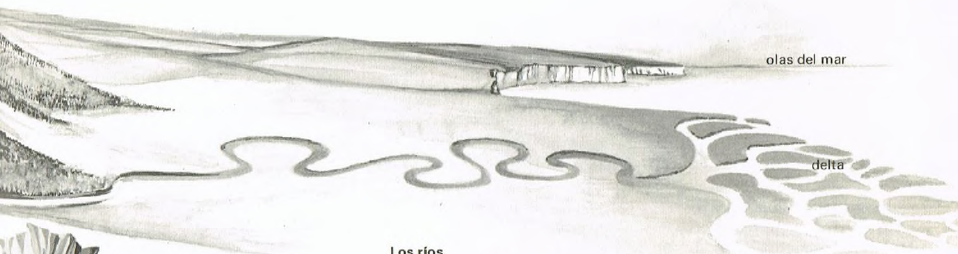
Las tres etapas de la erosión

Las tres etapas de la erosión son: la erosión propiamente dicha, el transporte y la sedimentación. Esta última suele ser definitiva, pero a veces es una etapa transitoria, ya que una nueva erosión puede trasladar el material a otras zonas.

Erosión marina

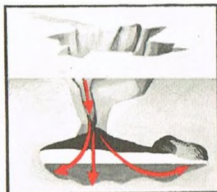
Las olas del mar quiebran bloques y rocas y los vuelven a lanzar con tremenda fuerza, martilleando toda la línea no protegida de la costa. En las rocas más blandas se forma una especie de grutas: las cuevas de abrasión. Con el tiempo, el techo de la gruta se desploma y la línea de la costa avanza hacia el interior de tierra firme.





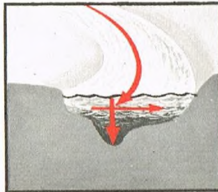
Aguas subterráneas

La labor erosiva del agua es especialmente intensa en las zonas de terreno calizo. La fuerza del agua, junto a otros factores de desgaste, origina grutas y ríos subterráneos que dan a la comarca un aspecto especial.



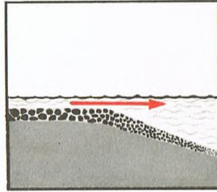
Los ríos

La fuerza erosiva sobre el cauce de un río actúa principalmente hacia abajo; su intensidad depende de la velocidad del agua. Esta fuerza excava surcos en el paisaje, mueve piedras, gravas y cieno, y forma en las desembocaduras grandes deltas.



Los deltas

En la corriente del agua las partículas finas flotan durante mucho tiempo y son transportadas a gran distancia. Todos los grandes deltas se han originado por acumulación del fango resultante de la acción erosiva del agua.





Cuevas de estalactitas y estalagmitas

Los mayores sistemas de grutas aparecen en zonas constituidas por rocas sedimentarias blandas, principalmente calizas. El agua se filtra y disuelve el material del suelo, formando un conjunto de agujeros. El agua que cae en las grutas contiene sustancias minerales que, al evaporarse el agua, dan origen a diversas formaciones. Del techo penden carámbanos petrificados, las estalactitas, y sobre el suelo van creciendo, poco a poco, prominencias iguales a las anteriores, las estalagmitas. Con el tiempo, pueden llegar a juntarse formando una columna.

Grutas

El interior de la tierra, por su misterio e inaccesibilidad, ha arrebatado siempre la fantasía humana. Al decir de las viejas leyendas, a él se llega a través de las grutas pobladas por diablos y fantasmas, en las que se puede hallar el camino hacia el centro de la Tierra. En realidad, las grutas sólo aparecen en la capa exterior de la corteza terrestre; la más profunda que se conoce, la Gouffre Berger, sólo tiene 1 235 metros de profundidad. Es difícil y peligroso penetrar y explorar en tales grutas, pero el interés que despiertan ha hecho surgir una ciencia dedicada exclusivamente a su estudio: la espeleología.
Muchas grutas se han formado porque el agua ha penetrado en la corteza terrestre, excavando cuevas y galerías. En la mayoría de las grutas importantes existen lagos y ríos subterráneos. Las hay en toda clase de terrenos. En las rocas duras se originan a consecuencia de las grietas y desprendimientos, en cuyo caso las grutas pueden ser muy profundas, pero rara vez constituyen un sistema continuo como los que se encuentran en terrenos calizos a los que el agua disuelve con facilidad.

gruta de abrasión

grutas de zonas calizas

Cómo se forman las grutas

Los sistemas continuos de grutas se forman debido a que el agua, ligeramente ácida, ha corroído la caliza, originando, en su recorrido, nuevas cámaras y túneles.
También las olas del mar pueden desgastar (abrasión) escarpadas costas cuyas capas superiores sean de material duro; de este modo se forman impresionantes grutas. Si el mar retrocede, al variar la línea de la costa tales grutas pueden quedar situadas en tierra firme.

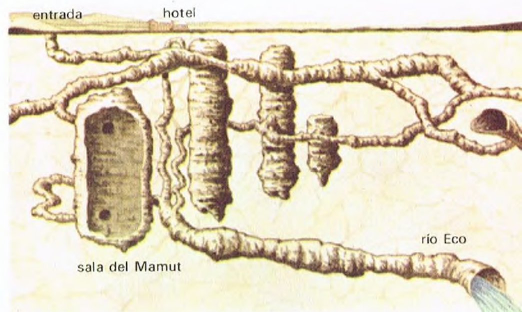
Muchos seres —entre ellos, el hombre— han buscado asilo en las grutas. Los fósiles hallados en los estratos de ellas demuestran que los osos y las hienas se las disputaban, como morada, al hombre. Al norte de Sudamérica existe todavia un curioso pájaro que anida en lo profundo de las cuevas subterráneas y busca su camino en la oscuridad, emitiendo una especie de chasquidos.

Otros animales viven normalmente en la oscuridad de las grutas; por ello, poseen escasa capacidad visual. En algunos lagos interiores habitan ciertos batracios y peces carentes de ojos; también, en las profundidades de estos lagos, moran insectos y crustáceos, de color blanco o rojo claro, ya que su piel carece de pigmento, y se encuentran algas y musgos fosforescentes. En el mundo silencioso y oscuro de las grutas se puede estudiar las reacciones humanas en condiciones de aislamiento total, y deducir las posibilidades de sobrellevar la soledad en los azares de un viaje espacial. En las pequeñas cavidades de la corteza terrestre es posible obtener valiosas experiencias, con vistas a la exploración de los ilimitados espacios interplanetarios.



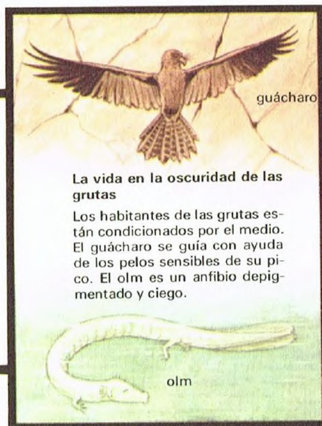
La espeleología moderna

El espeleólogo moderno lleva consigo, en sus viajes subterráneos, equipos de hombres rana, botes de goma plegables, tornos y cables. En el grabado, la cueva de S. Martin (entre Francia y España), una de las más profundas que se conocen.



La gruta de Tom Sawyer

La gruta del Mamut, en Kentucky (EE.UU.), es famosa por las descripciones que Mark Twain hace de ella en su obra **Las aventuras de Tom Sawyer.** Consiste en un peligroso laberinto de salas y galerías, de más de 240 km de longitud, formado por el río Eco. Bajo la dirección de guías expertos se pueden realizar excursiones a la gruta, desde el hotel que hay a la entrada.



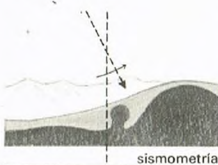
La vida en la oscuridad de las grutas

Los habitantes de las grutas están condicionados por el medio. El guácharo se guía con ayuda de los pelos sensibles de su pico. El olm es un anfibio depigmentado y ciego.



Los hombres de las cavernas

En lo más profundo de las montañas el hombre de las cavernas realizaba sus pinturas e incisiones en la piedra. A veces, el artista marcaba en las paredes de la roca la huella de su mano.





magnetismo



Principales métodos de prospección geológica. La técnica gravimétrica permite registrar la densidad del terreno, por sus efectos sobre un péndulo; la prospección sísmica utiliza ondas de ecos; la magnética revela, p. ej., yacimientos de hierro.



El geólogo en el trabajo de campo

El geólogo de campo desempeña un importante papel en las prospecciones de minerales. Lleva en la mochila su pequeño laboratorio que, entre otras cosas, incluye: un frasco de ácido para probar minerales calizos, un equipo para determinar la dureza; una brújula y un martillo de prospección. Recoge las muestras y marca en el mapa su hallazgo. Muchos yacimientos han sido descubiertos por geólogos de campo, pese a que sólo estudian la superficie externa de la tierra.

El trabajo del geólogo

Los estudios geológicos son tan antiguos como la humanidad. Cuando el hombre primitivo, para fabricar sus herramientas, tuvo necesidad de buscar pedernal u otras piedras, comenzó a conocer lo que había en el suelo de las montañas. Un conocimiento más profundo se obtuvo gracias a la primitiva minería practicada en las edades del bronce y del hierro. No sabemos mucho acerca de los primitivos buscadores de piedras y minerales, pero podemos suponer que tenían cierta semejanza con los actuales geólogos que recorren los campos para efectuar una investigación directa. En la actualidad se realizan estudios geológicos para obtener una imagen clara del suelo y de la composición y estructura de las distintas capas terrestres. La mayor parte de la Tierra está todavía sin estudiar, desde el punto de vista geológico, y todavía queda por realizar muchísimo trabajo básico. Casi todas las existencias de materias primas de orden mineral – hierro, cobre, oro, carbón, petróleo – están bajo tierra. El trabajo del geólogo consiste en localizarlas y estimar su importancia y calidad. Una de las tareas más impor-

prospección magnética

fotografía aérea

ecometría

Estudio del suelo

Las investigaciones geológicas comienzan a menudo desde el aire, continúan con el trabajo del geólogo de campo y terminan con el reconocimiento sismológico del subsuelo.

Desde el aire

En una investigación geológica detallada se emplean los más diversos métodos. Con un avión pueden levantarse planos fotográficos de grandes áreas y, al mismo tiempo, realizarse investigaciones magnéticas y gravimétricas.

En la tierra

Si se han hallado en la zona indicios de minerales, carbón o petróleo, se envía allí al geólogo de campo,, que levantará un mapa geológico de los terrenos que se aprecian en la superficie; de esta forma pueden obtenerse indicaciones más precisas.

Bajo el suelo

Llegan después los sismólogos que hacen estallar pequeñas cargas explosivas. Las ondas de ecos se registran en instrumentos apropiados (sismómetros), con cuya ayuda pueden determinarse los distintos estratos del subsuelo.

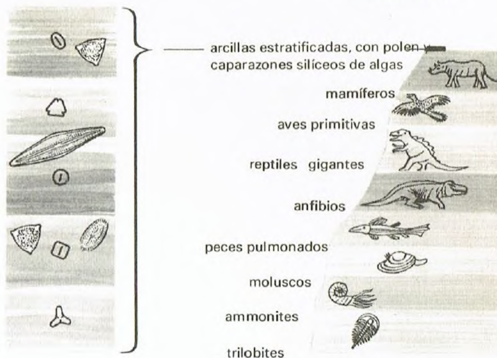
mina de hierro

mina de carbón

El paisaje se transforma

Los recursos minerales del subsuelo se aprovechan por medio de la explotación minera y la perforación petrolífera que transforman al paisaje natural, al igual que lo hace la construcción de viviendas.

tantes del geólogo es también la de localizar aguas subterráneas.
El geólogo utiliza todos los medios técnicos a su alcance. Aviones dotados de instrumentos magnéticos y gravimétricos muy precisos estudian la índole del suelo y fotografían la superficie terrestre. La reflexión de las ondas sonoras, provocadas por la explosión de cargas especiales, nos revela la disposición de los estratos subterráneos; con ayuda de máquinas perforadoras y excavadoras se puede estudiar con más detalle la corteza terrestre.
Existen muchas posibilidades de lograr resultados económicamente importantes. Las prospecciones petrolíferas que se realizan en todo el mundo requieren enormes inversiones de capital, pero hoy en día el petróleo es insustituible para la humanidad. Misión importante de los geólogos es encontrar estos materiales raros o útiles, pero también lo es conocer la estructura del suelo, para construir ciudades e industrias, carreteras, presas, puentes y túneles. La civilización transforma constantemente el paisaje, pero, incluso si llegasen a aprovecharse todas las materias primas que el subsuelo ofrece, se requeriría todavía el auxilio de la geología.



La historia de la tierra, al descubierto

En los estratos formados por rocas sedimentarias se encuentran restos fósiles de reptiles, peces y otros animales. Gracias a ellos se puede calcular la edad de las distintas etapas de la historia de la tierra. Y estudiando sedimentos más recientes, pueden averiguarse, mediante los restos de algas silíceas y de polen, los cambios de clima, en los últimos 20 000 años.



El interior de la tierra, al descubierto

Con la bomba atómica se consiguen ondas sísmicas tan intensas que penetran a través del interior de la tierra. Mediante estas ondas puede evaluarse el espesor y constitución de las capas del globo terráqueo.



Explotación de minas

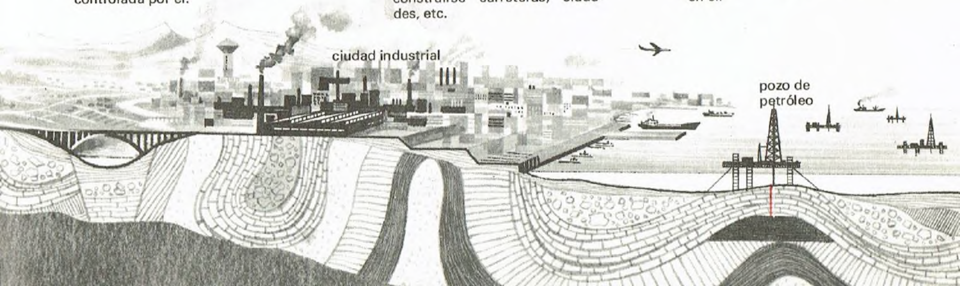
Las más importantes reservas mundiales de materias primas se hallan en el subsuelo. Cuando el geólogo localiza algún yacimiento, se suele iniciar pronto la explotación de la mina. También la perforación de ésta es controlada por él.

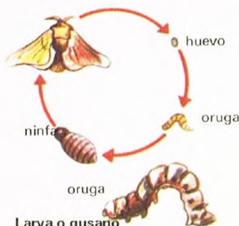
Construcción de viviendas

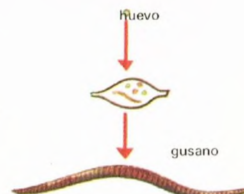
Una labor importante del geólogo es la de investigar la naturaleza del suelo, antes de que se edifique sobre él. La estructura del suelo se determina por medio de sondeos y excavaciones. Una vez conocida, pueden construirse carreteras, ciudades, etc.

Perforaciones petrolíferas

La importancia económica del petróleo es enorme; se realizan prospecciones petrolíferas tanto en tierra firme como en el mar. El geólogo, por medio de sondeos, estudia incluso el fondo submarino y busca petróleo en él.







Larva o gusano

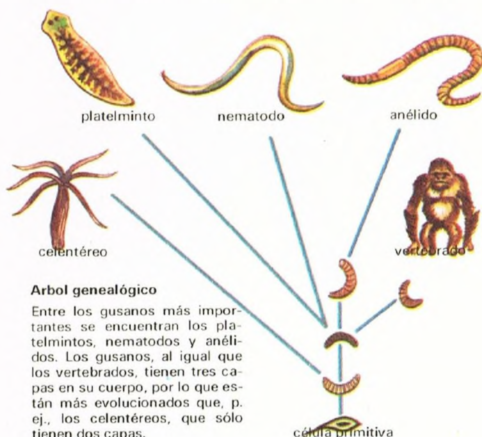
La semejanza exterior entre orugas y gusanos hace difícil distinguirlos. Por lo general, las orugas tienen patas, lo que no ocurre con los gusanos. Aunque su verdadera diferenciación estriba en que el gusano es un animal adulto, mientras que la oruga constituye una etapa larvaria intermedia en el desarrollo de ciertos insectos.

GUSANOS

Gusanos cilíndricos y gusanos planos

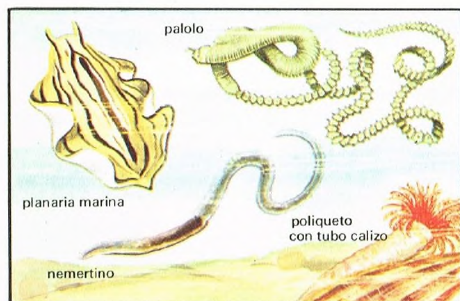
Antiguamente se reunía en un solo grupo —el de los gusanos— a todos los animales alargados y sin extremidades visibles. Sin embargo, se ha demostrado que este grupo es muy heterogéneo y que en él cabe hacer, al menos, tres subdivisiones: platelmintos, nematodos y anélidos. Desde un punto de vista evolutivo, los *anélidos* son más avanzados que los otros dos grupos. Tienen un cuerpo segmentado y un tubo digestivo con aberturas bucal y anal. Los *nematodos* y *platelmintos* poseen una organización más sencilla; no están segmentados y carecen de una cavidad, el celoma, propia de animales superiores. Los primeros tienen cuerpo cilíndrico, así como boca y ano; los segundos son aplanados y su boca les sirve también de ano. Los nematodos comprenden más de 100 000 especies, mientras que cada uno de los otros dos grupos abarca unas 7 000.

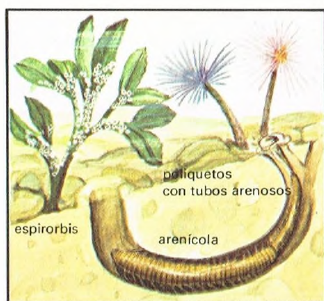
Los *platelmintos* pueden ser libres o parásitos. Los primeros (planarias), que son bastante pequeños, viven en el agua —dulce o salada— y en tierra húmeda. Los trematodos y los cestodos son parásitos y pueden ocasionar graves enfermedades al hombre y a los animales. Ciertos cestodos pueden llegar a medir más de 10 m de longitud.



Arbol genealógico

Entre los gusanos más importantes se encuentran los platelmintos, nematodos y anélidos. Los gusanos, al igual que los vertebrados, tienen tres capas en su cuerpo, por lo que están más evolucionados que, p. ej., los celentéreos, que sólo tienen dos capas.





Gusanos marinos

En todos los grupos de gusanos existen especies marinas. Los poliquetos son anélidos y abundan en el fondo de los mares. Muchos tienen tentáculos y branquias de bellos colores. Algunos se rodean de tubos, que se fabrican ellos mismos (como el gusano del ángulo inferior derecho).

El palolo es un poliqueto muy curioso cuya parte posterior se desprende y flota libremente hacia la superficie.

Gusanos de las playas

Muchos poliquetos viven en zonas poco profundas del litoral, p. ej., los espirorbis, con sus blancos tubitos espirales, y los arenícolas, que se entierran en la arena, donde construyen galerías en forma de U.

Los nematodos son muy comunes; se hallan prácticamente en todos los medios. Pueden ser independientes —y vivir en agua, dulce o salada, y en tierra— o parásitos de plantas y animales. Su tamaño varia entre 0,15 mm, y casi 8 m. Una cucharadita de tierra de jardín puede contener millares de nematodos. La triquina y la lombriz intestinal son nematodos parásitos.

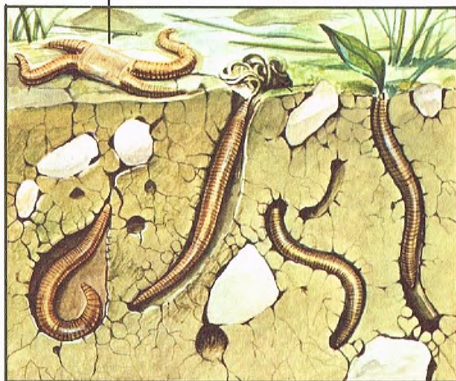
Los *anélidos* se dividen en poliquetos oligoquetos e hirudíneos. Los *poliquetos,* por su abundancia, constituyen una parte muy importante de la cadena alimentaria de los mares. Sirven de comida a los peces y a las aves, especialmente las zancudas. Entre los *oligoquetos* figuran las conocidas lombrices de tierra, que cavan galerías en el suelo y airean la tierra. Introducen en las galerías partes de vegetales, con lo que contribuyen a la formación de humus. Por tanto, las lombrices de tierra son animales útiles apreciados por agricultores y jardineros. Casi todos los *hirudíneos* viven en agua dulce, pero algunas especies aparecen en el mar y otras, en tierra. Los hirudíneos se alimentan de sangre; mediante ventosas situadas en ambos extremos del cuerpo se fijan a sus victimas.

Los gusanos tienen distintos *ciclos biológicos*. Algunos, especialmente los parásitos, atraviesan fases larvarias peculiares, mientras que otros llegan directamente al estado adulto.



Reproducción

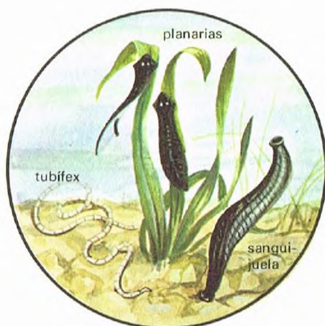
La lombriz de tierra es hermafrodita, o sea, posee órganos sexuales masculinos y femeninos. Para la reproducción, dos animales se rodean de una cápsula mucosa común en la que se liberan los gametos (huevos y esperma); de este modo se produce la fecundación (a la izquierda). Otros anélidos, así como la mayoría de los nematodos, son unisexuales, mientras que los platelmintos son, por lo general, hermafroditas.



Lombrices de tierra

La lombriz de tierra, un anélido, es muy útil, ya que airea y ablanda el suelo (arriba). Cuando llueve, para buscar alimento sale a la superficie y deposita en ella sus típicos montoncitos de excremento. En Australia hay lombrices gigantes que pueden alcanzar más de 3 m (a la derecha).

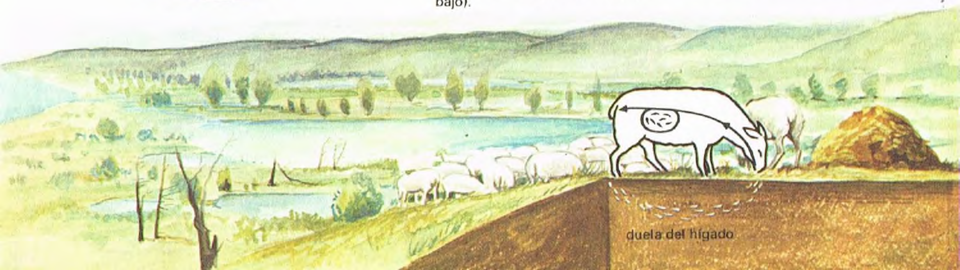




Gusanos de lagos

Los hirudíneos —que son anélidos— suelen vivir en lagos y charcas. Los más conocidos son las sanguijuelas, que chupan la sangre de los vertebrados. También en agua dulce existen otros anélidos y platelmintos (a la izquierda).

La duela del hígado vive parásita en el hígado de los rumiantes, en especial de los que pacen en terreno pantanoso (debajo).

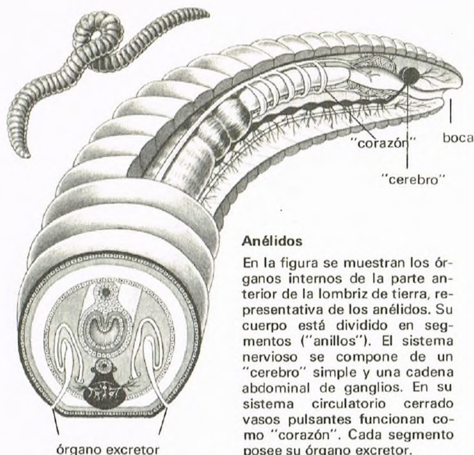


Los gusanos por dentro

Estudiando la anatomia de los gusanos se puede comprobar fácilmente que los *anélidos* son el grupo más elevado. Disponen de un sistema circulatorio cerrado completo y de un sistema nervioso con cerebro. Unos (p. ej., los poliquetes) respiran por branquias externas; otros (p. ej., las lombrices de tierra) lo hacen directamente a través de la piel. Los órganos de excreción y reproducción son, a veces, muy complicados. Los poliquetos y los hirudíneos poseen ojos; en cambio, las lombrices de tierra, en general, carecen de ellos. La piel de los gusanos tiene sensibilidad táctil.

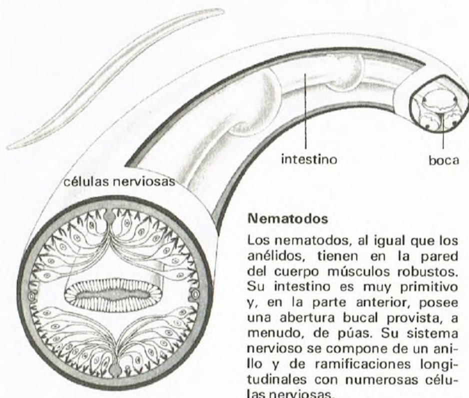
En los nematodos y, sobre todo, en los *platelmintos,* los órganos internos, salvo el aparato reproductor, son muy simples. Los platelmintos libres suelen tener ojos. Característico de estos gusanos es su fantástica capacidad de regeneración: la reconstitución de un ejemplar normal se produce a partir de fragmentos de su cuerpo más de cien veces menores que el animal originario.

Entre los nematodos y platelmintos figuran muchos *parásitos* del hombre y de animales y plantas. Unas 80000 especies de nematodos viven parasitariamente en los vertebrados; 50 de ellas, en el hombre. En 1897, la expedición de Andrée, con el globo "El Águila", desde Spitzberg hasta el mar Blanco, acabó trágicamente con la muerte de los expedicionarios. Se cree que fueron infectados por la triquina de la carne de osos polares. La triquina es



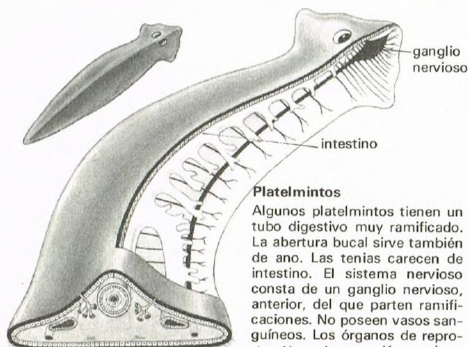
Anélidos

En la figura se muestran los órganos internos de la parte anterior de la lombriz de tierra, representativa de los anélidos. Su cuerpo está dividido en segmentos ("anillos"). El sistema nervioso se compone de un "cerebro" simple y una cadena abdominal de ganglios. En su sistema circulatorio cerrado vasos pulsantes funcionan como "corazón". Cada segmento posee su órgano excretor.



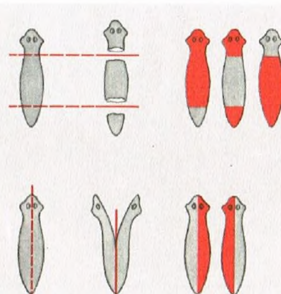
Nematodos

Los nematodos, al igual que los anélidos, tienen en la pared del cuerpo músculos robustos. Su intestino es muy primitivo y, en la parte anterior, posee una abertura bucal provista, a menudo, de púas. Su sistema nervioso se compone de un anillo y de ramificaciones longitudinales con numerosas células nerviosas.



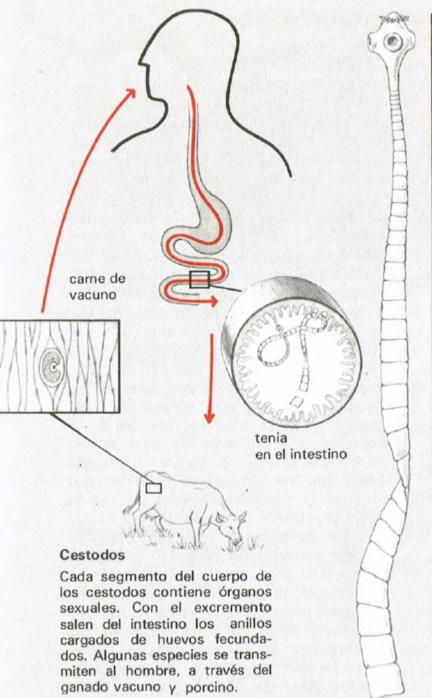
Platelmintos

Algunos platelmintos tienen un tubo digestivo muy ramificado. La abertura bucal sirve también de ano. Las tenias carecen de intestino. El sistema nervioso consta de un ganglio nervioso, anterior, del que parten ramificaciones. No poseen vasos sanguíneos. Los órganos de reproducción y de excreción son bastante complicados.



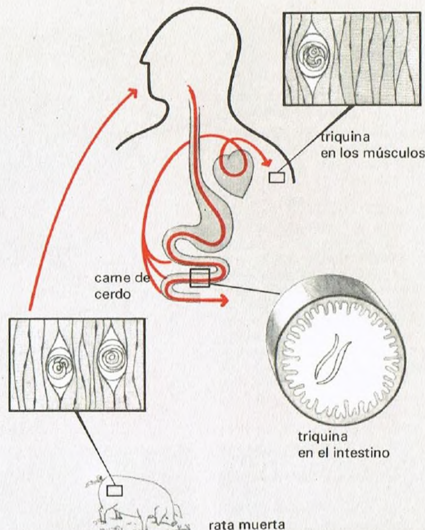
Regeneración de los platelmintos

Muchos platelmintos tienen una gran capacidad de regeneración. En algunas especies que viven en agua dulce sólo la parte anterior a los ojos y el extremo de la cola carecen de esta capacidad. Cualquier otra parte del animal puede regenerar un individuo completo.



Cestodos

Cada segmento del cuerpo de los cestodos contiene órganos sexuales. Con el excremento salen del intestino los anillos cargados de huevos fecundados. Algunas especies se transmiten al hombre, a través del ganado vacuno y porcino.



Triquina

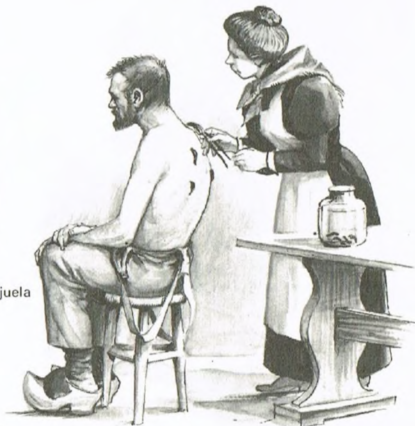
La triquina pasa al hombre cuando come carne de cerdo infectada por larvas de triquina. El animal adulto se aparea en el intestino. Las crías son transportadas por la sangre y se enquistan en diversas partes de los músculos.

uno de los más peligrosos nematodos parásitos. El hombre la adquiere al comer carne infectada y poco cocida. A los nematodos pertenecen también las lombrices intestinales e infantiles, que pueden aparecer en el tubo digestivo del hombre. Los nematodos parásitos de plantas se llaman anguílulas. En ocasiones la anguílula de la patata puede estropear toda una cosecha.

Casi todos los platelmintos parásitos poseen un complicado ciclo biológico que incluye uno o varios huéspedes portadores. Ciertas tenias humanas utilizan, como huéspedes intermedios, el cerdo o los rumiantes; otras parasitan primero un cangrejo que las transmite a los peces; y éstos, al hombre. En Europa, la duela del hígado, uno de los parásitos más peligrosos para el ganado vacuno, utiliza, como huésped intermedio, un caracol. De igual modo, un caracol transmite al hombre la bilharzia de Egipto, temible parásito que aparece principalmente en este país y en China. Su localización en los vasos sanguíneos del abdomen produce graves enfermedades que, a menudo, pueden ocasionar la muerte.

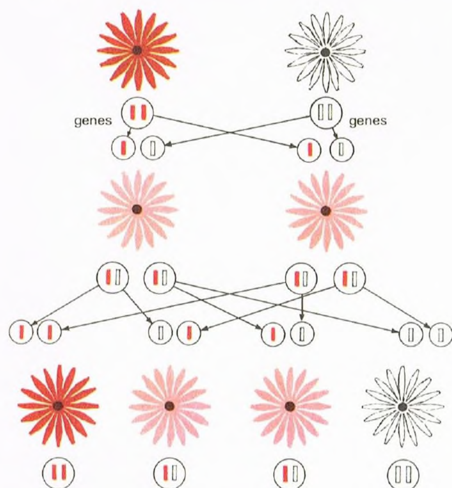


sanguijuela



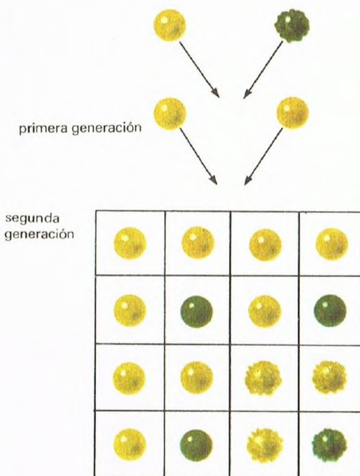
Sangrías

La sanguijuela común es un anélido de color oscuro y hasta 15 cm de longitud. Vive en agua dulce, pero ahora es relativamente rara, debido a que ha sido muy buscada. Las sanguijuelas vivas se utilizaban principalmente para efectuar sangrías y eliminar del cuerpo de los enfermos la sangre que se creía «podrida». Incluso las farmacias vendían sanguijuelas.



Potencialidades hereditarias

La flor roja tiene un gen que determina el color rojo, y la blanca, otro que determina el color blanco. Al cruzar estas dos flores se obtienen los llamados híbridos de color rosa, es decir, con ambos genes. Si se cruzan estas flores de color rosa, en su descendencia las distintas flores se hallarán en la proporción siguiente: 25% blancas, 50% rosadas y 25% rojas.



Los guisantes de Mendel: un experimento famoso

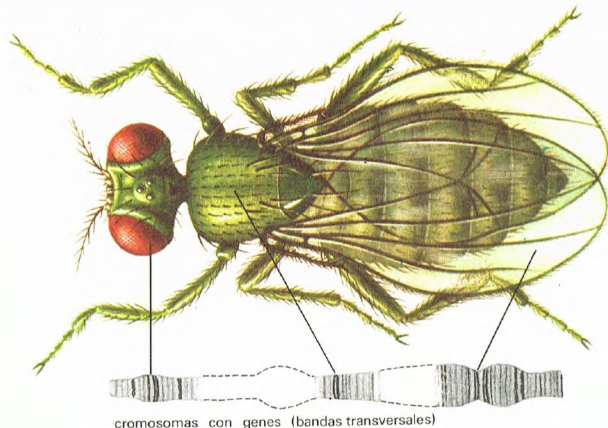
Mendel cruzó plantas de guisantes amarillos y lisos, con plantas de guisantes verdes y rugosos. Obtuvo solamente guisantes amarillos y lisos, ya que estos dos genes eran dominantes. Cruzando dos de las plantas resultantes, aparecieron los genes recesivos, obteniéndose 4 tipos: guisantes lisos amarillos, verdes lisos, rugosos amarillos, y rugosos verdes, en la siguiente proporción: 9, 3, 3, y 1, respectivamente.

HERENCIA

La genética moderna

Desde tiempos inmemoriales, el hombre ha reflexionado acerca de la herencia de los rasgos físicos o psicológicos. Advirtió fácilmente que, en general, los hijos se parecen a los padres, y que esto no sólo ocurre en el hombre, sino también en los demás organismos; ya los filósofos griegos de la antigüedad meditaban sobre estos hechos. Pero el desarrollo de la genética moderna no se inició hasta los comienzos del s. XX, época en que los científicos conocían ya numerosos detalles de la constitución de la célula. Antes, en el año 1860, tuvieron lugar los famosos experimentos del monje austriaco Gregor Mendel, que cruzó diversas plantas del jardín de su convento, y supo establecer algunas de las leyes más importantes de la genética. Sin embargo la importancia de la obra de Mendel no fue reconocida hasta que los resultados obtenidos por éste no se compararon con los que el norteamericano Thomas Morgan realizó con la mosca de la fruta *(Drosophila). La genética,* es decir, la ciencia de la herencia, junto con la investigación de la biología celular, ha podido establecer que los *genes,* portadores de los rasgos hereditarios, se encuentran en los *cromosomas* del núcleo celular. Incluso se ha demostrado que las cualidades dependientes de dichos genes se heredan según ciertas leyes derivadas de las posibles combinaciones de los genes de las células sexuales. Hoy sabemos que la información sobre la herencia está almacenada, en una especie de "código", en los ácidos nucleicos (DNA y RNA). La moderna genética dedica gran atención al estudio de estos ácidos. Se ha demostrado que, aunque sean muy estables, pueden ser transformados mediante ciertos productos químicos, rayos X, etc., de tal manera que, al transmitirse a las células descendientes, provocan en éstas la aparición de nuevas cualidades. Estas modificaciones se llaman "mutaciones" y pueden surgir también de forma espontánea. En un moho del pan, *Neurospora,* de fácil cultivo, se ha logrado obtener, mediante irradiación, miles de mutaciones diferentes.

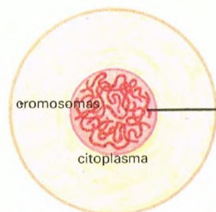
La genética es de gran importancia para el desarrollo de otras ciencias. Sus resultados tienen aplicación en medicina, en agricultura y en zootecnia. Hoy la evolución se considera resultante de una serie de mutaciones que, poco a poco, conducen a la aparición de nuevas formas, de las cuales las más adaptadas a las exigencias del medio ambiente son favorecidas por la selección natural.





La mosca de la fruta (Drosophila)

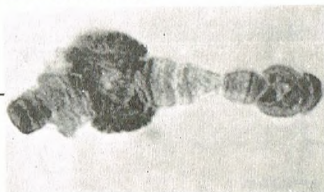
El color del ojo de la mosca de la fruta está determinado por un gen; el del cuerpo, por otro; la forma de las alas, por un tercero, etc. Si se cambian los genes, mediante mutación, cambian también las características, y se obtiene, p. ej., ojos azules, cuerpo caoba, o alas vestigiales (arriba). Si se cruzan las formas obtenidas de este modo, se puede observar la transmisión de estas características. La mosca de la fruta, de muy fácil cultivo, se ha convertido en el animal experimental preferido por la genética.



Célula con cromosomas

El núcleo de la célula está rodeado de un citoplasma gelatinoso. Contiene los cromosomas, filiformes o en forma de bastón, en los cuales se hallan los genes, los factores hereditarios. El número de cromosomas varía en las distintas especies.

parte de un cromosoma



Cromosoma con genes

En los cromosomas, los genes están colocados en un determinado orden. Cuando son activos pueden formar pequeñas hinchazones en el cromosoma (arriba). Los genes están compuestos por ácido nucleico, DNA; éste almacena la información genética.

parte de una molécula de DNA



Los ácidos nucleicos de los genes

Las moléculas de DNA se componen de unas cadenas helicoidales muy largas. Sus átomos corresponden a las bolas del dibujo. Las mutaciones – alteraciones repentinas de los genes – se deben a cambios en las moléculas de los ácidos nucleicos.



los guisantes de Mendel



la mosca de la fruta (**Drosophila**)



DNA
Acidos nucleicos

hallazgo de la estructura genética del virus del SIDA

posibilidad de elección del sexo

1850 Genética — 1900 — 1950 — 1980

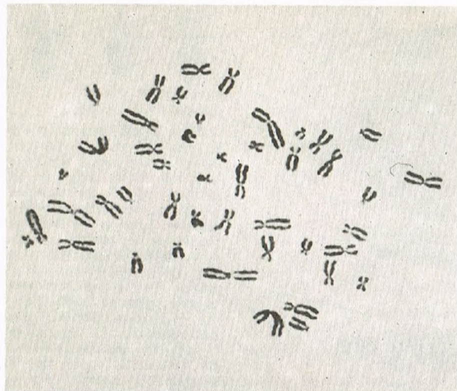
Citología

división celular

Cromosomas

La historia de la genética

Durante el s. XIX la investigación de la estructura y función de la célula (citología) y el estudio de la herencia (genética) constituían dos ramas separadas. Al comienzo del s. XX, cuando se comprendió la gran importancia de los experimentos de Mendel, ambas ciencias empezaron una fructífera colaboración.



Fotografía de los cromosomas del hombre, en el momento de la división celular

¿Qué es herencia?

En la reproducción sexual los genes se combinan de diferentes maneras. Los cromosomas paternos se reparten entre las células sexuales y, cuando tiene lugar la fecundación, surgen combinaciones de factores hereditarios diferentes de las que poseen los padres. A través de las constantes combinaciones, la masa hereditaria se transmite, por medio de las células sexuales, de generación en generación; se puede decir que es potencialmente inmortal.

En las plantas y animales superiores, los cromosomas de las células normales se agrupan por parejas. En cada pareja, uno de los cromosomas procede del padre; y el otro, de la madre. Al formarse las células sexuales, los dos cromosomas de cada pareja van a parar a células distintas, de modo que los gametos

división celular normal

espermatogénesis

ovogénesis

46

44 + X + Y

44 + X + X

A

mitosis

X Y

meiosis

X X

22 + X 22 + Y

22 + X 22 + X

B

46 46

corpúsculos polares

C

22 + X 22 + X 22 + Y 22 + Y 22 + X

espermatozoides

óvulos

44 + X + Y = niño

44 + X + X = niña

La división celular

Casi todas las células corporales se forman por **mitosis** (gris), pero las células sexuales (gametos) se originan por **meiosis** (rojo). En la mitosis tiene lugar la división longitudinal de los cromosomas del núcleo, en dos partes iguales. Cada una de las células hijas (B) recibe su mitad, la cual después se completa. De esta manera tendrán igual número de cromosomas que la célula madre.

Las células sexuales se forman por «meiosis», es decir, por reducción del número de cromosomas. Una célula (A), en la gónada masculina, contiene el número de cromosomas normal para el hombre, 44 + X + Y, y se divide en dos células (B) con 22 + X y 22 + Y cromosomas. Después estas células se vuelven a dividir y forman los espermatozoides. En la mujer, la célula A se divide en dos células de diferente tamaño (B), que luego se vuelven a dividir, formando así cuatro células nuevas (C), una de las cuales, el óvulo, es muy grande; las restantes, denominadas corpúsculos polares, son diminutas y perecen. El óvulo contiene siempre el cromosoma X, mientras que la mitad de los espermatozoides contiene el cromosoma X y la otra mitad, el Y. Si un espermatozoide Y fecunda el óvulo, el fruto será un niño (44 + X + Y); en cambio si es un espermatozoide X, dará una niña (44 + X + X).



Genotipo y fenotipo

El conjunto de las características de un individuo, derivadas de la interacción de sus genes y de factores del medio externo (p. ej., alimentación), se llama «fenotipo». En cambio, el conjunto de sus genes o factores hereditarios constituye el llamado «genotipo».

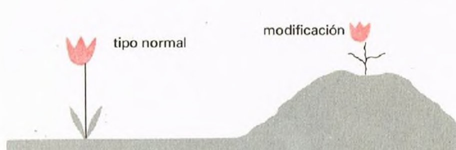
sólo reciben la mitad de los cromosomas contenidos en una célula normal. En el momento de la fecundación, cuando los gametos se fusionan y reúnen sus cromosomas, el número de éstos vuelve a ser el de una célula normal. En los seres humanos, este número es 46 (23 parejas). Entre estas parejas hay una cuyos cromosomas difieren: se trata de los cromosomas sexuales (X es el grande; Y, el pequeño). Los óvulos sólo contienen cromosomas X, mientras que los espermatozoides pueden contener, en igual proporción, ambos tipos, X e Y.

Al juntarse las dos células sexuales, cada cromosoma se reúne con su pareja, y cada gen con su homólogo del otro cromosoma. Los genes así emparejados no siempre son iguales. Uno puede ser *dominante,* impidiendo que se manifieste el otro, que se llama *recesivo.*

¿Cómo surgen nuevas especies y formas? Aparecen por modificaciones químicas de los genes, *mutaciones,* o bien por cruces mediante los que se originan nuevas combinaciones de genes. También las influencias del ambiente pueden modificar un organismo; sin embargo, éstas no son hereditarias.

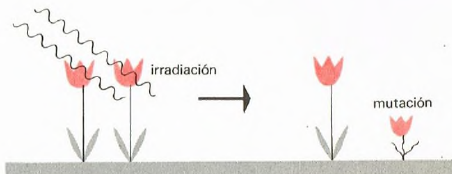
Debemos tener en cuenta que no se heredan directamente las cualidades, sino sólo los genes que las determinan; la aparición de un rasgo depende de la interacción entre los genes y la influencia del medio.

El conjunto de los genes o predisposiciones hereditarias de un individuo es su *genotipo,* mientras que el conjunto de sus caracteres externos, es decir, el resultado de la interacción del genotipo con el medio, es el *fenotipo.* Las cualidades adquiridas sólo por influencia del medio no pueden heredarse.



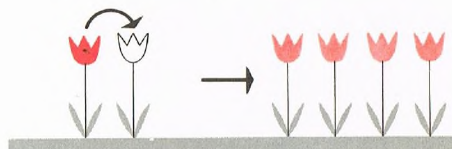
Modificación

En todas las especies un mismo genotipo puede dar distintos fenotipos, según cuáles sean los factores ambientales que operen sobre él. Por regla general, una planta es más pequeña cuando crece en la montaña que en la llanura; el tipo que se desarrolla en la montaña es una modificación del tipo normal. Tales características adquiridas no son hereditarias.



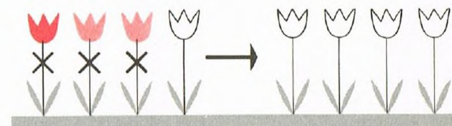
Mutación

La mutación significa un cambio repentino en la masa hereditaria, lo cual origina nuevos genotipos. Las mutaciones pueden ser espontáneas y provocadas, p. ej., mediante radiaciones, o utilizando ciertos productos químicos. Si se exponen tulipanes a rayos X, pueden surgir flores con formas diferentes.



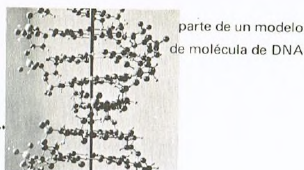
Cruces

También por medio de los cruzamientos pueden surgir nuevas características. Una flor blanca y otra roja pueden dar flores rosas (véase la primera ilustración de Herencia 1). Estos nuevos tipos se llaman «híbridos». En realidad, casi todos los organismos son híbridos, salvo algunos resultantes de cruces consanguíneos.

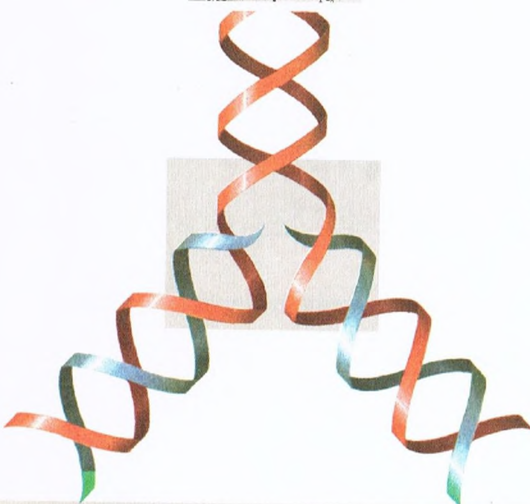


Selección

Por selección pueden conseguirse razas puras. La flor blanca que aparece en el grabado tiene el gen de color blanco, en dosis doble. Si se hace una selección de flores blancas, y éstas se cruzan, darán solamente flores de este color. Con la autofecundación, o con cruces entre consanguíneos, se pueden obtener razas puras con respecto a muchos caracteres.



parte de un modelo de molécula de DNA



El código genético

El material genético está formado por ácidos nucleicos. Estos se hallan en todas las células vivas, en las que determinan la constitución de las proteínas y de los genes. Se distinguen dos tipos de ácidos nucleicos: ácido desoxirribonucleico, DNA, y ácido ribonucleico, RNA. Ambos están formados por fosfatos, azúcares (ribosa o desoxirribosa) y bases nitrogenadas. Alrededor de 1940 se consiguió demostrar que la función de los cromosomas, como portadores de los factores hereditarios, corresponde a los ácidos nucleicos. En el año 1962, los ingleses Crick y Wilkins, junto con el norteamericano Watson, obtuvieron el premio Nobel, por su descubrimiento de la estructura y función de la molécula de DNA. Esta tiene forma de una hélice doble. Las dos hélices de la molécula están unidas mediante bases nitrogenadas enlazadas por puentes de hidrógeno. Cada unión está integrada por dos bases (adenina-guanina y citosina-uracilo), formando cuatro tipos de uniones, cuya ordenación en la molécula constituye el código genético. Este debe ser transmitido, con precisión, de célula a célula, en sucesivas generaciones. Esta transmisión tie-

Las hélices de DNA se duplican

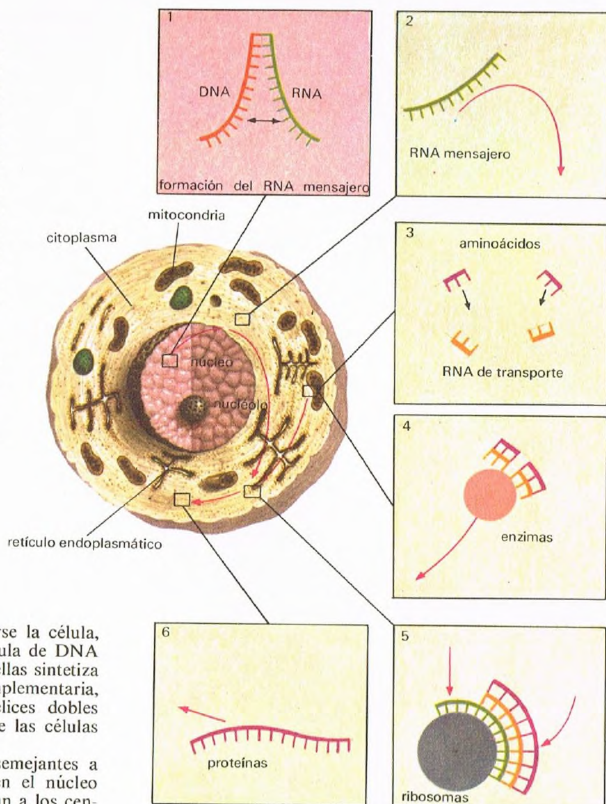
La molécula de DNA, de forma alargada, está retorcida como una doble hélice, cuyos filamentos se unen por enlaces entre las bases nitrogenadas adenina (A) y timina (T), o bien guanina (G) y citosina (C). Al construirse una nueva molécula de DNA, se separan las dos hélices que la forman (la molécula primitiva – en la parte superior derecha –, en rojo). Las bases unidas a cada una de las espirales sencillas atraen a sus bases complementarias (las partes nuevas de color azul). De esta manera se forman dos moléculas idénticas de DNA. Cuando las bases se juntan liberan ácido fosfórico.

A = adenina
T = timina
G = guanina
C = citosina

desoxirribosa
fosfatos
grupo fosfatos fijo
grupo fosfatos libre

La célula

La célula es la unidad constitutiva de la materia viva. Consta de núcleo y citoplasma, y está limitada exteriormente por la membrana celular. En el núcleo se hallan los cromosomas, los cuales contienen DNA, que forma los genes. En el núcleo existen también nucléolos que pueden contener ribosomas semiformados. Estos son orgánulos del citoplasma. A lo largo del retículo endoplasmático, p. ej., existe un sistema de huecos que atraviesa la célula. La producción de proteínas tiene lugar en los ribosomas. La formación del RNA mensajero es una de las primeras fases de esta producción, la cual nunca se interrumpe; así, el organismo tiene el material necesario para crecer, reparar tejidos, etc. Las mitocondrias liberan la energía utilizada en la producción de proteínas: son como una especie de «centrales de energía».



ne lugar cuando, al dividirse la célula, las dos hélices de la molécula de DNA se separan, y cada una de ellas sintetiza de nuevo su cadena complementaria, hasta formar otra vez hélices dobles que luego se reparten entre las células hijas.

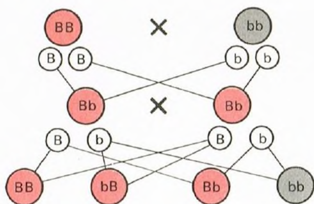
Las moléculas de RNA, semejantes a las de DNA, se forman en el núcleo celular. Después se trasladan a los centros de elaboración de proteinas, los ribosomas del citoplasma, donde dirigen la formación de las diferentes clases de proteinas. Hoy el "código genético" se ha descifrado; sabemos, p. ej., cómo se forman determinadas proteinas. Sin embargo, todavia quedan por aclarar muchos procesos celulares, y todavía no sabemos exactamente la estructura y función de los genes. A medida que aumentan nuestros conocimientos sobre la materia viva, vamos comprendiendo mejor cómo surgió la vida en la Tierra.

Hoy en día, se supone que ya en los primeros organismos sencillos tenian lugar transformaciones de los factores hereditarios, mediante nuevas combinaciones de genes. Esto puede significar que la fecundación sexual existió en un periodo muy temprano de la evolución de la vida. Si esto es cierto, probablemente la aparición de organismos complejos fue bastante más rápida de lo que hasta ahora se creia.

Producción de una proteína especial para cada especie

Las proteínas existen en todas las células vivas y tienen una importancia vital en ellas. Se forman mediante las distintas combinaciones posibles de unas 20 sustancias fundamentales, los aminoácidos. Cada especie, e incluso, cada individuo, tiene sus proteínas peculiares. Se elaboran fuera del núcleo, en los ribosomas del citoplasma, pero su producción está dirigida por los genes, situados en los cromosomas del núcleo. La adjunta serie de imágenes muestra cómo tiene lugar, según se supone, la producción de proteínas:

1. Se construye una molécula de RNA, según el modelo de una de las cadenas de la doble hélice de DNA.
2. La molécula de RNA sale al citoplasma, para unirse con un ribosoma y servir, a su vez, de modelo para la construcción de una molécula de proteína. Tales moléculas de RNA constituyen el «RNA mensajero».
3. Otro tipo de RNA, llamado «RNA de transporte», lleva al ribosoma, procedentes del citoplasma, los aminoácidos que formarán parte de la proteína.
4. Con ayuda de enzimas, los aminoácidos se unen con sus respectivos RNA de transporte.
5. Al situarse los RNA de transporte en la molécula de RNA mensajero, los aminoácidos que los acompañan se colocan en orden correcto, para formar una proteína.
6. La molécula de proteína está formada. Un cambio en la molécula de DNA (una mutación) provocaría el cambio correspondiente en el RNA mensajero y, por tanto, también en la proteína.



Dominantes	Recesivos
1. pecas	1. sin pecas
2. nariz aguileña	2. nariz recta
3. vista superior	3. vista normal
4. cabello oscuro	4. cabello claro
5. no pelirrojos	5. pelirrojos
6. ojos castaños	6. ojos azules y grises
7. ojos verdes	7. ojos azules y grises
8. cabello rizado	8. cabello liso
9. dedos suplementarios	9. dedos normales
10. pigmentación normal	10. albinismo
11. tendencia a la alergia	11. sin tendencia a la alergia
12. coagulación normal	12. sangre no coagulable

Caracteres dominantes y recesivos

Algunos caracteres dominan sobre otros, p. ej., el del color castaño de los ojos sobre el color azul; otros son recesivos. Sólo si dos genes recesivos se reúnen se manifiesta el carácter correspondiente (círculos grises). Los caracteres dominantes suelen indicarse con letra mayúscula; los recesivos, con minúscula. Si existe como mínimo un gen dominante B (p. ej., en la combinación Bb), se manifestará el carácter que determina (círculos rojos).

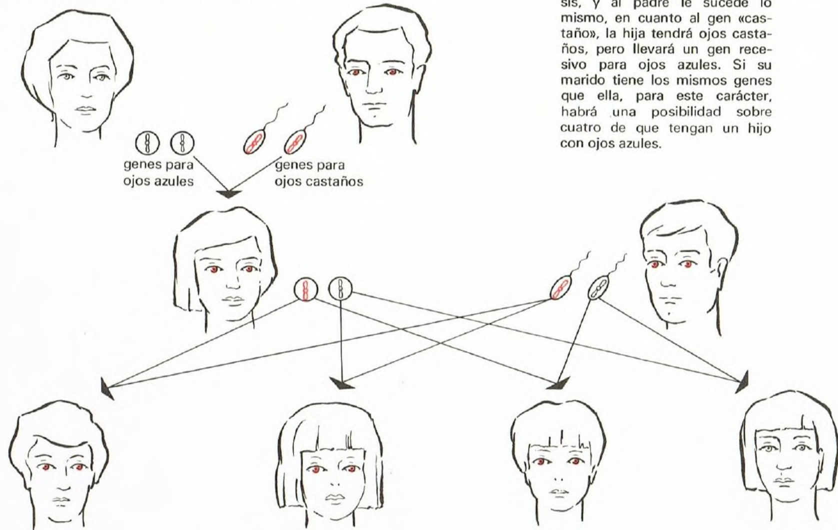
Los factores de la herencia

En todos los organismos vivos estos factores se encuentran en los cromosomas, los cuales, en las células normales, se hallan en número diploide y constante dentro de una especie determinada, pero variable en las distintas especies. El número mínimo, 2 cromosomas, se da en un gusano; el máximo, 1 600, en un protozoo. Sin embargo, la mayoría de los organismos tienen menos de 100 cromosomas. El centeno, p. ej., posee 14; el animal preferido para los experimentos genéticos, la mosca de la fruta, tiene 8, y las aves, alrededor de 80. El ser humano posee 46. Los cromosomas se hallan por parejas, en las cuales uno de ellos proviene del padre y el otro de la madre. Generalmente ambos miembros de cada pareja, a excepción de los cromosomas sexuales, son idénticos, pero los genes contenidos en ellos pueden ser completamente diferentes. Si los dos cromosomas poseen los mismos genes, para un determinado carácter, se dice que el individuo es "homocigótico" en cuanto a aquel carácter; si los genes son diferentes, se dice que es "heterocigótico".

Las células sexuales tienen un número haploide de cromosomas, que es la mitad del llamado diploide; por tanto, en el hombre es de 23.

Herencia del color de los ojos

En los ojos los colores castaño y verde dominan sobre los azules y grises. Si la madre tiene el gen «azul», en doble dosis, y al padre le sucede lo mismo, en cuanto al gen «castaño», la hija tendrá ojos castaños, pero llevará un gen recesivo para ojos azules. Si su marido tiene los mismos genes que ella, para este carácter, habrá una posibilidad sobre cuatro de que tengan un hijo con ojos azules.



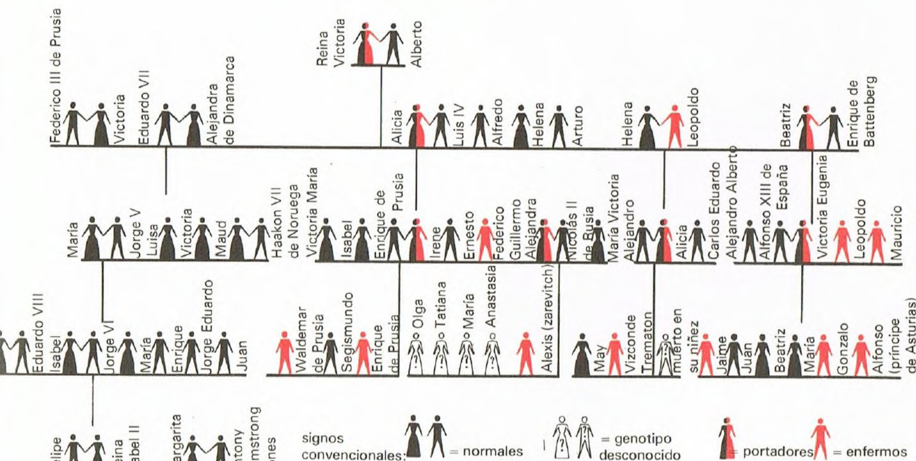
En la fecundación se unen el espermatozoide y el óvulo, y los 23 cromosomas procedentes de la madre se juntan con los 23 del padre. El sexo se determina en el mismo instante de la fecundación. Si con el óvulo se une un espermatozoide con cromosoma X, resultará una niña; si el cromosoma es Y, se generará un niño. Los cromosomas X e Y son de diferente tamaño y forma. No sólo determinan el sexo, sino también otros caracteres ligados al mismo, como el daltonismo, enfermedad consistente en la imposibilidad de distinguir los colores complementarios rojo y verde, y la hemofilia o imposibilidad de coagulación de la sangre en las heridas.

En el momento de la meiosis, al formarse las células reproductoras, se aparean los cromosomas homólogos, y se entrelazan e intercambian partes. Este fenómeno, llamado entrecruzamiento, permite que, en cada individuo, se produzca un cambio fundamental en sus caracteres. Después de tal entrecruzamiento, un mismo cromosoma contiene genes procedentes del padre y de la madre, y como cada cromosoma contiene miles de ellos, las posibilidades de variación son enormes. La posibilidad de que dos seres humanos puedan nacer con los mismos genes es —aparte de los gemelos monocigóticos— prácticamente inexistente.



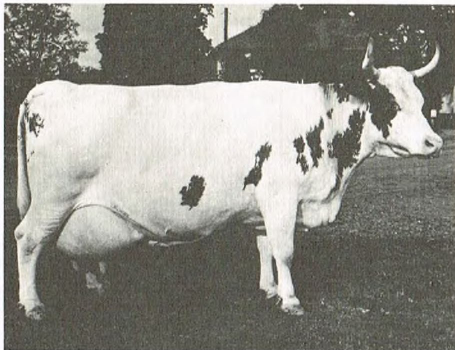
La hemofilia

Se sabe desde hace mucho tiempo que la hemofilia es una enfermedad que sufren casi únicamente los varones, pero que se transmite por mediación de las mujeres. Esto se debe a que el gen determinante de la manifestación de esta enfermedad es recesivo y está localizado en el único cromosoma X, por lo que en el hombre basta su presencia para que se manifieste la hemofilia, mientras que en la mujer, para que aparezca la enfermedad, el gen debe estar presente en los dos cromosomas X. La reina Victoria de Inglaterra (arriba, su familia) tenía uno de estos genes. Por mediación de dos de sus hijas, la hemofilia fue transmitida a las familias reales rusa y española (véase abajo).



El árbol genealógico de la reina Victoria

Aquí vemos cómo se transmite la hemofilia a la descendencia. La reina Victoria y muchas de sus descendientes femeninas eran portadoras de genes determinantes de esta enfermedad, es decir, uno de los cromosomas X contenía este gen. La enfermedad sólo podía manifestarse entre sus descendientes varones.



La mejora del ganado vacuno

Desde hace mucho tiempo se ha intentado mejorar la calidad de muchos animales domésticos, como el ganado vacuno. Una vaca de una raza que produce leche en abundancia tiene la ubre muy grande. En la fotografía superior vemos una buena productora de leche, «Tyko Anne», de Tyko Bruk, en Finlandia. Posee el récord finés, con una producción anual de 11 084 litros de leche (su máxima producción diaria es de 47,3 litros). La inseminación artificial, con esperma de un buen toro semental, es un método de gran interés zootécnico, entre otras cosas porque el esperma puede conservarse perfectamente, en estado congelado, durante mucho tiempo.



Los cruces dan muchas formas diferentes, dentro de una misma especie

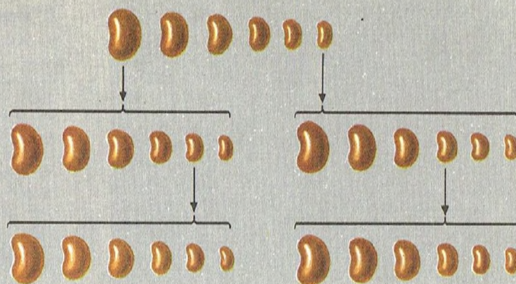
Las razas caninas constituyen un buen ejemplo de lo que puede conseguirse con los cruces. Hay una gran riqueza de formas y colores, y también de cualidades; algunas combinaciones son muy logradas; otras, no tanto. Se puede encontrar perros con los rasgos más diversos, desde el alto y esbelto galgo al robusto y bajo bulldog, desde el enorme y peludo perro lobo irlandés, que es el de mayor tamaño entre los diversos tipos de perros, al pequeño chihuahua, el menor de todos ellos. Arriba vemos un perro lobo (80 cm de altura) y un chihuahua (20 cm).

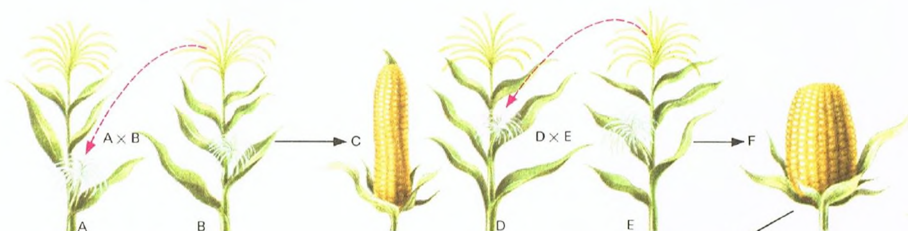
Experimentos para mejorar razas de vegetales y animales

Desde tiempos inmemoriales el hombre ha intentado la mejora de los vegetales cultivados y de los animales domésticos. La manera más sencilla de lograrlo era cruzar los individuos que demostrasen poseer las mejores características. Pero no siempre se obtuvieron los resultados deseados, ya que no se heredan los rasgos en sí, sino la predisposición para ellos. Hoy, los centros modernos de experimentación sobre fitotecnia y zootecnia, para conocer el genotipo de los organismos, estudian primero la descendencia. Si una planta da una descendencia que posee, invariablemente, las características deseadas, se dice que es "homocigótica", o sea, que los dos genes —uno en cada cromosoma de una pareja— que afectan a una cualidad son iguales. Por tanto, esta planta puede ser escogida para la reproducción. En cambio, una planta "heterocigótica" no es aconsejable, ya que contiene dos genes diferentes para el carácter en cuestión, y éstos darían, en la descendencia, variaciones. La planta homocigótica se autofecunda, para que se produzca una descendencia uniforme, es decir, una raza pura. Se intenta también unir, por medio de cruzamientos, plantas con disposiciones apropiadas. Además, mediante un tratamiento con calor, frío o productos químicos, se puede duplicar o multiplicar el número de cromosomas de las plantas y, de esta manera, obtener otras más grandes y fuertes. Por medio de la irradiación se provocan también mutaciones, para que se produzcan nuevos genes interesantes. Con estos métodos se ha logrado mejorar los cereales, tubérculos, frutales, etc., y se han obtenido razas de mejor rendimiento, resistencia a enfermedades y otras cualidades. En los animales es más difícil realizar mejoras, ya que su descendencia es menos numerosa y tarda en alcanzar la madurez sexual. Los mejores resultados se obtienen con cerdos y gallinas, que se reproducen a edad bastante temprana. Con ellos se utilizan, en general, los mismos métodos que con las plantas. Se seleccionan los mejores ejemplares, y se cruzan. Cuando se ha conseguido una raza relativamente pura, en algunos aspectos, se procede a cruces consanguíneos, es decir, entre hermanos, y entre padres e hijos. De esta manera aumenta la posibilidad de obtener homocigóticos y, por tanto, de producir muchos ejemplares semejantes. Pero, al mismo tiempo, el cruce consanguíneo puede resultar peligroso, ya que, si se acumulan los genes perjudiciales, producen deformaciones, e incluso ocasionan la muerte.

Variaciones individuales

Dentro de cada especie animal o vegetal existe una cierta capacidad de variación; incluso un solo individuo puede presentar variaciones; así, las hojas o las semillas de una planta pueden diferir ligeramente entre sí. Si queremos conseguir unos guisantes muy grandes o, por el contrario, muy pequeños, no basta con escoger un guisante muy grande o muy pequeño, plantarlo y esperar que las plantas resultantes sean las deseadas. Las nuevas plantas tendrán las mismas variaciones de tamaño, en las semillas, que las plantas madres. Hay que seleccionar y cruzar varias veces; así, poco a poco se puede obtener plantas del tamaño deseado.





Cruces con plantas de maíz

Las plantas madres A y B se cruzan, produciendo la descendencia C, con mazorcas bastante largas y estrechas; en cambio, un cruce entre las plantas D y E da la descendencia F, con mazorcas cortas y gruesas, es decir, que los genes de las plantas C y F se complementan. Al cruzar estas plantas entre sí se obtienen diversos tipos. Entonces se escoge un ejemplar de tipo G, con una mazorca grande y bien desarrollada, y se procede a la autofecundación de esta planta. Con su descendencia se continúan haciendo cruces consanguíneos, de modo que se obtiene una raza pura de maíz, con mazorcas bien desarrolladas, todas iguales.

C × F
G
C
F
autofecundación
G × G
G
G
variación natural
G
G
raza pura

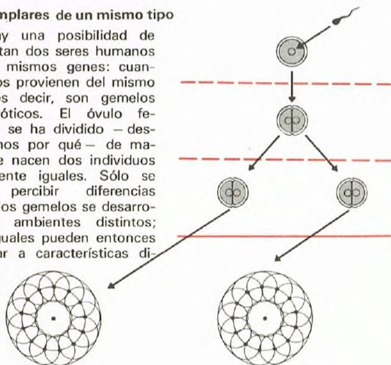


Un solo ejemplar de cada tipo

Todos los seres humanos pertenecen a la misma especie, **Homo sapiens.** Por tanto, los hombres se parecen mucho entre sí; sin embargo, todos los individuos (excepto los gemelos monocigóticos) tienen sus propias disposiciones hereditarias o genotipos. Su diversidad depende, entre otras cosas, de las combinaciones que se originan en los entrecruzamientos de los cromosomas.

Dos ejemplares de un mismo tipo

Sólo hay una posibilidad de que existan dos seres humanos con los mismos genes: cuando ambos provienen del mismo óvulo, es decir, son gemelos monocigóticos. El óvulo fecundado se ha dividido – desconocemos por qué – de manera que nacen dos individuos exactamente iguales. Sólo se puede percibir diferencias cuando los gemelos se desarrollan en ambientes distintos; genes iguales pueden entonces dar lugar a características diferentes.



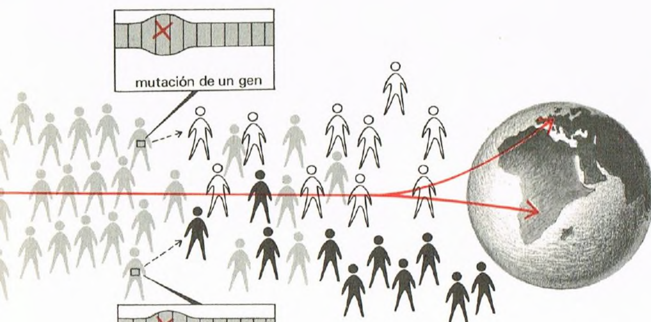


El hombre y las leyes genéticas

El hombre está sometido a las mismas leyes genéticas que las plantas y los animales. Pero para el científico es difícil estudiarlo bajo este aspecto, ya que el tiempo le impide que pueda apreciar durante más de dos generaciones, como máximo, las consecuencias de un cruzamiento. Otra dificultad ante la que se encuentra es la inmensa variedad de los genes humanos; por otra parte, obstáculos de tipo ético le impiden la realización de cruces sistemáticos. Sin embargo, existe una intensa investigación sobre genética humana. En ella es básico el estudio de los gemelos monocigóticos. En este caso, los genes de ambos gemelos son exactamente iguales; por tanto, si los individuos presentan diferencias, éstas se deberán al medio ambiente. Los lugares aislados, donde la población no ha tenido mucho contacto con el mundo exterior, y donde los matrimonios consanguíneos son frecuentes, constituyen también un campo muy interesante para los científicos, al igual que el estudio de las diferentes razas humanas y sus rasgos hereditarios peculiares. Particular interés tiene la investigación de la herencia de los grupos sanguíneos, dependientes de proteínas existentes en la sangre.

Dentro de la medicina se está estudiando la herencia de las enfermedades y deformidades. Entre los genes dominantes se encuentran los que determinan la presencia de dedos suplementarios, dedos cortos, etc., mientras que la epilepsia, la hemofilia, el daltonismo y ciertas clases de sordera se deben a genes recesivos. Las leyes genéticas se aplican también en el campo de la "eugenesia", en la cual se estudian las condiciones y medios más favorables para perfeccionar la especie humana. Se procura aumentar la natalidad de individuos bien constituidos física, psíquica y moralmente, a la vez que se intenta evitar que los individuos con lacras físicas o psíquicas transmisibles procreen. No obstante, muchas de estas medidas son contrarias a la libertad y derechos morales y jurídicos del hombre; por otra parte, su eficacia es dudosa. Sin embargo, en algunos países la ley impone la esterilización a los individuos que poseen ciertas enfermedades hereditarias.

En la era de las armas nucleares, la humanidad está expuesta al peligro de las radiaciones ionizantes que pueden cambiar y dañar, en generaciones futuras, los factores hereditarios: los hijos pueden nacer imbéciles, deformes o, incluso, muertos.




europeo (piel blanca)


negro (piel oscura)

Mutación y selección

La formación de las distintas razas humanas se debe a la mutación, la selección y el aislamiento.
Quizás en un principio hubo individuos con la piel oscura y otros con la piel blanca; al parecer, en los climas tropicales los primeros tenían más capacidad de sobrevivir y fueron la raza dominante. Las grandes migraciones y el aislamiento contribuyeron a alejar los diferentes grupos, de modo que las personas de piel clara dominaron en el Norte, mientras que las de piel oscura se quedaron en el Sur. Las diferencias raciales están disminuyendo, gracias a las comunicaciones modernas, que favorecen un mayor contacto entre los países.





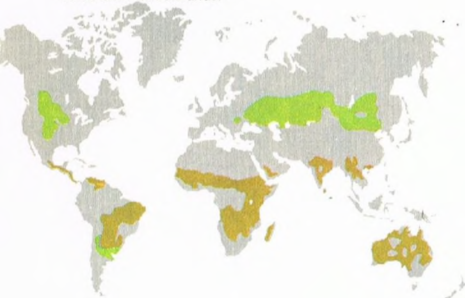
Variaciones

El ser humano es sumamente variable. La altura de una persona puede cambiar mucho, aunque la diferencia raramente sea tan grande como la que hay entre el gigante y el enano de la fotografía. Antaño se podía contemplar en el circo estos contrastes. El color de la piel se hereda, al igual que la falta total de pigmento, es decir, el albinismo (véase ilustración adjunta). Ciertos movimientos pueden también heredarse. No todo el mundo es capaz de enroscar la lengua, como hace la joven que aparece en la fotografía de la derecha.



Distribución geográfica

El cinturón de vegetación del mundo (mapa superior) es muy variado; comprende bosques (verde oscuro) y sabanas, estepas y desiertos. Cerca de una quinta parte de la tierra firme está cubierta por zonas herbosas y sin árboles (estepas), o bien por sabanas con algunos arbustos y árboles. En el mapa inferior, las zonas en verde claro son estepas; las verde oliva son sabanas.



HIERBA

Del desierto a la selva tropical

La hierba puede crecer prácticamente en cualquier lugar de la tierra. Existe a veces en enorme abundancia, por lo que tiene una gran importancia en la formación de diversos tipos de vegetación y a menudo domina totalmente el paisaje, p. ej., en las estepas, sabanas y praderas. Las hierbas forman un amplio grupo vegetal y desempeñan un papel muy importante en el suministro, por parte de la Naturaleza, de alimento para muchos animales, los cuales, a su vez, son alimento de otros.

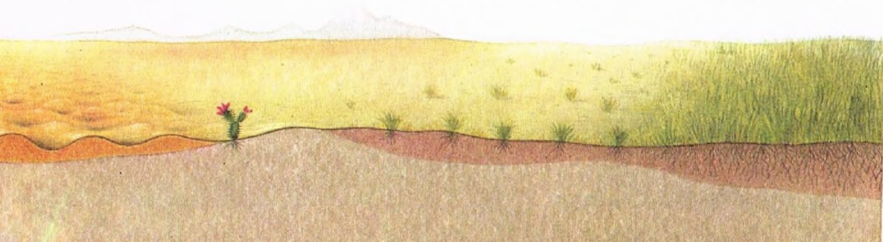
El paisaje de la parte inferior de estas páginas muestra algunas de las asociacioner herbáceas existentes. A la izquierda

Desierto

En las zonas de poca pluviosidad e intensa evaporación, el suelo se torna salino. Esto, junto a la sequedad, hace que desaparezcan las plantas y se forme un desierto.

Estepa

La estepa es una llanura herbosa sin árboles, que aparece en zonas de pluviosidad relativamente baja. Se suele distinguir entre estepas de hierba baja y de hierba alta, según la altura de la vegetación. Cuanto más fértil sea el terreno y más intensas las precipitaciones, tanto más fuertes y altas serán la hierba y las demás plantas allí existentes.

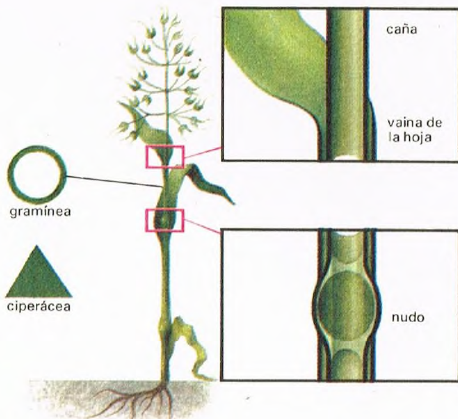


se ve el árido *desierto,* en el que solamente pueden sobrevivir algunas plantas crasas, y hierbas. A medida que va disminuyendo el grado de sequía, surge el *semidesierto,* con algo más de vegetación. Cuando el terreno se hace más fértil y aumenta la pluviosidad, aparece la *estepa,* extensión herbosa donde, además de la hierba, crecen también algunos arbustos. Existen amplias zonas esteparias, principalmente en Rusia, Asia Central, Norteamérica (praderas) y Sudamérica (pampas); suelen estar tierra adentro o rodeadas de altas montañas, por lo que les llegan muy rara vez las nubes de lluvia procedentes del mar. Las partes más secas de la estepa son a menudo estepas arbustivas, con una vegetación, bastante rala, de hierbas y arbustos; las partes más húmedas tienen una mayor densidad vegetal.

En las zonas subtropicales de Africa, en Sudamérica y en Australia, aparecen, en las zonas limítrofes entre la estepa y el bosque tropical, las *sabanas,* llanuras con algunos arbustos y árboles. La sabana requiere mejores condiciones de terreno y una mayor pluviosidad que la estepa.

Generalmente la estepa y la sabana tienen una corta temporada de lluvias; el resto del año reina la sequía. Durante este último periodo, ardiente en la sabana y frío en la estepa, las hierbas y plantas se marchitan y muchos de los árboles pierden sus hojas; al comenzar la temporada de lluvias se desarrolla nuevamente la vegetación, como por arte de magia.

La vegetación más abundante se halla en la zona de los bosques tropicales del Amazonas y del Africa Ecuatorial, donde el clima es cálido durante todo el año, y las lluvias, muy abundantes. En los bosques tropicales, la hierba desempeña un papel poco importante, pues la vegetación está totalmente dominada por una impenetrable maraña de árboles, arbustos y otras plantas leñosas.



Gramíneas y ciperáceas

Las gramíneas forman una familia vegetal muy grande, con más de 6 000 especies. La mayor parte de ellas son herbáceas. Sus flores, muy sencillas, están reunidas en espigas o en panículos. La parte baja de la hoja, la vaina, rodea una gran parte del tallo (caña). El tallo de las gramíneas tiene nudos y es redondo y hueco. En cambio, las ciperáceas, que forman otra familia, tienen tallos triangulares que no son huecos.



Sombra de lluvia

Cuando las nubes cargadas de lluvia se aproximan a una cadena montañosa, se elevan forzosamente. Por ello se enfrían y descargan la mayor parte del agua. La zona situada al otro lado de la montaña recibe entonces escasas lluvias, y en ella se encuentran tipos de vegetación que pueden soportar la sequedad. Junto a las cimas de las montañas aparecen, pues, a menudo, estepas de hierba baja, seguidas de estepas de hierbas altas; éstas, a veces, dan paso a sabanas, a mayor distancia de las montañas, donde la pluviosidad vuelve a ser abundante.

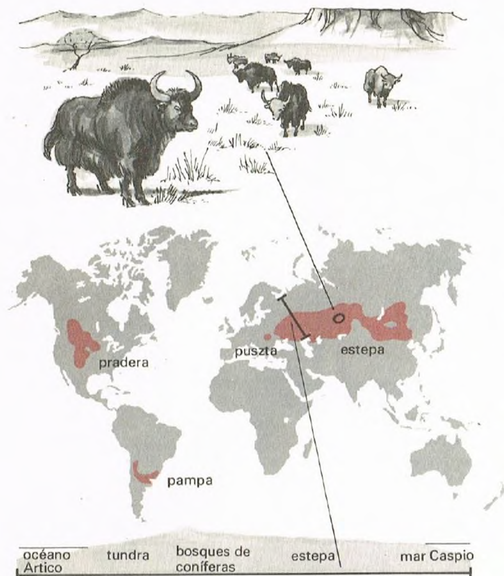
Sabana

En la sabana, la vegetación aumenta, la hierba es más alta y hay algunos arbustos y árboles dispersos. La sabana es más fértil que la estepa y posee un clima más cálido y húmedo.

Bosque tropical

El bosque tropical es, con su exuberante vegetación, la contrapartida del desierto. En los trópicos el calor se deja sentir durante todo el año y la pluviosidad es abundante.





Las grandes estepas del mundo

La palabra estepa es de origen ruso y designa las llanuras sin árboles, que aparecen en Rusia y Asia Central. La estepa rusa se presenta principalmente en Ucrania, pero está unida a la de Asia Central. Bajo el mapa superior se muestra un corte desde el océano Glacial Ártico hasta el mar Caspio (la línea marcada bajo el mapa). Al sur de la tundra y del cinturón de bosques de coníferas está la estepa.

La estepa de Asia Central ha mantenido su primitivo carácter y sirve de pasto a rebaños de yacks (arriba), ovejas y cabras. La estepa rusa, con su fértil tierra negra, está cultivada en gran parte. La quinta parte de los continentes se halla cubierta de estepas que en cada parte del mundo reciben distintos nombres: en Hungría, puszta; en Norteamérica, pradera; en Sudamérica, pampa.

La estepa

Estepa es una palabra de origen ruso que designa el tipo de llanura herbácea que aparece en algunos lugares de escasa pluviosidad. La estepa tiene a menudo un suelo muy fértil, por lo que hoy en día se aprovecha en gran escala, gracias a la irrigación artificial, o se utiliza como pastizal para animales domésticos.

La vegetación original de la estepa está caracterizada por plantas que soportan muy bien la sequía, entre las que abundan las especies herbáceas del género *Stipa,* que a menudo crecen en matorrales, y plantas bulbosas, las cuales, durante la estación de lluvias, florecen en una maravillosa orgía de colores, para marchitarse otra vez rápidamente.

Las zonas esteparias mayores y más conocidas se encuentran en Rusia, Asia Central, Hungría, Norteamérica y Sudamérica. La *estepa rusa* es famosa por su fértil "tierra negra" y está cultivada en su mayor parte. Las grandes zonas esteparias de Asia Central, pobladas por nómadas, no han sido cultivadas en tal alto grado y ofrecen pastos para yacks, ovejas y cabras. La *estepa húngara,* la puszta, que asociamos a pastores a caballo, grandes hogueras y vibrante música zíngara, ha quedado transformada, en su mayor parte, en una rica zona agrícola. De la puszta originaria sólo queda ahora una pequeña zona en el noroeste de Hungría.

La inmensa estepa argentina se llama *pampa,* palabra india que significa "mar sobre la tierra". Se ha transformado mucho desde que, en el s. XVI, los conquistadores españoles pusieron su planta en aquella tierra, en la que se ha sustituido la hierba natural por otras especies más productivas y donde, gracias a la irrigación artificial y a métodos



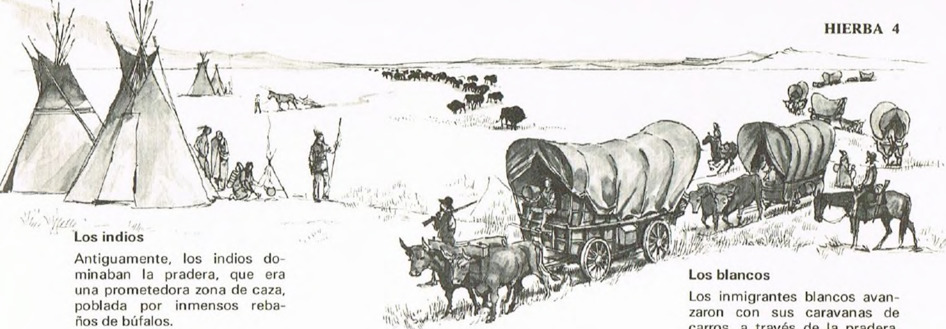
La puszta

La puszta húngara tiene la misma fértil tierra negra que la estepa rusa y hoy en día está cultivada en su mayor parte. Antiguamente pacían en ella inmensos rebaños guardados por pastores a caballo.



La pampa

La llanura argentina, la pampa, era el terreno de pasto para los rebaños de los colonizadores. También en ella la tierra es muy fértil y, a pesar de las sequías, ha sido cultivada gracias a la irrigación artificial.



Los indios

Antiguamente, los indios dominaban la pradera, que era una prometedora zona de caza, poblada por inmensos rebaños de búfalos.

Los blancos

Los inmigrantes blancos avanzaron con sus caravanas de carros, a través de la pradera, en constantes luchas con los indios, que defendían sus dominios.





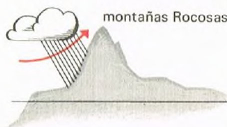
La pradera hoy

La fértil pradera está hoy transformada en una rica zona agrícola que da unas cosechas muy superiores a las necesidades de consumo de los Estados Unidos. El exceso se envía, para su exportación, a los puertos más cercanos, en tanto que los grandes rebaños trashumantes de ganado se conducen hacia los grandes mataderos del este, como Chicago.

adecuados de cultivo, se produce ahora maíz y lino, en zonas cada vez más amplias.

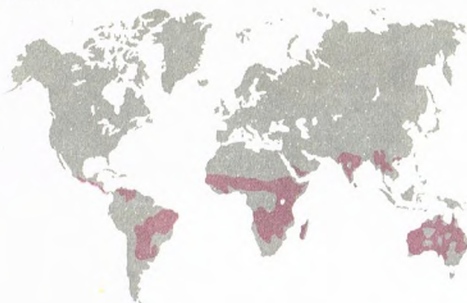
La *pradera* norteamericana es hoy una magnífica zona agrícola, con sembrados que se extienden a lo largo de muchos kilómetros y con una producción que sobrepasa con creces las propias necesidades del país. El territorio es muy diferente al que encontraron los primeros inmigrantes cuando, con sus caravanas, lo atravesaron hacia el Oeste (atraídos por quiméricas minas de oro o por la posibilidad de cultivar sus propias tierras). En las zonas orientales la hierba crecía entonces muy alta y las cosechas eran abundantes, pero las zonas situadas al oeste de las Montañas Rocosas, donde las lluvias eran escasas, estaban cubiertas de hierba baja y hubo que introducir allí la irrigación artificial. La vida de los colonizadores y sus luchas con las tribus indias han dejado una estela romántica, debido al gran número de relatos y de películas realizadas sobre este tema.





La pradera cultivada

La foto muestra una pradera norteamericana durante la recolección. Infinitos campos de cereales se extienden hasta el horizonte. En particular, la estepa oriental de hierbas altas da ingentes cosechas. La occidental, menos fértil, se encuentra protegida de las lluvias, por las Montañas Rocosas, y debe regarse.



Las grandes sabanas del mundo

Las sabanas —llanuras de hierba con algunos árboles y arbustos— aparecen en regiones con calor tropical, breves períodos de lluvia, y sequía durante el resto del año.

La sabana típica se encuentra en África, a ambos lados del cinturón de bosques tropicales, pero su vegetación aparece también en otras zonas: Australia, Pakistán y Sudamérica.

La sabana

La sabana, esto es, una llanura de hierba con algunos arbustos y árboles, nos es conocida a través de muchas películas documentales sobre Africa. Sin embargo, no sólo hay sabanas en Africa, sino también en la India, Australia y Sudamérica, en las zonas de calor tropical y cuya pluviosidad no excede de 900 a 1500 mm por año.

La sabana posee un tipo de vegetación, de transición entre el de la estepa y el del bosque tropical, adecuada para soportar las sequías. Durante los periodos secos, la hierba y las plantas se marchitan, muchos árboles y arbustos pierden sus hojas y los animales sufren hambre y sed. Durante el período de las lluvias, que suele ser el más cálido del año, todo despierta súbitamente a la vida: la sabana se cubre de hierba verde y las plantas reverdecen, los árboles echan hojas y los animales encuentran fácilmente comida.

El paisaje inferior muestra las plantas y los animales típicos de la sabana. Aparece el baobab, cuyo amplio tronco ac-

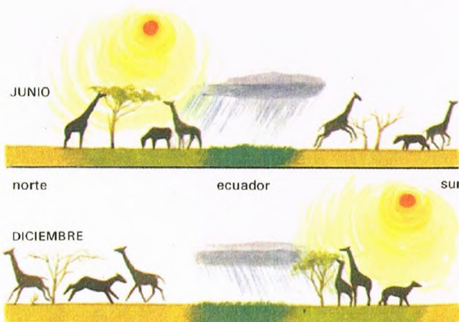
Animales

En el paisaje inferior podemos ver algunos de los muchos animales herbívoros que viven en la sabana, y algunos de sus enemigos. El león descansa durante el día —siempre muy caluroso— y caza por la noche sus presas: antílopes, cebras, etcétera.

baobab
avestruz
acacia de sombra
elefante
acacia enana
león
chacal
mamba

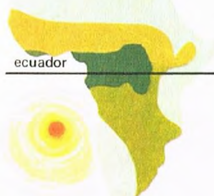
túa como depósito de agua, así como diversos tipos de acacias. En las partes más secas de la sabana, cercanas a la estepa, crecen pocos árboles; éstos abundan más en las proximidades de los bosques tropicales. Sin embargo, la flora de la sabana está dominada por la hierba, de todos los tipos, con especies de gran tamaño, como la hierba elefante, que puede alcanzar los 6 metros de altura, siendo tipos característicos de plantas las formas suculentas de la *Euphorbia*.

La fauna de la sabana africana es muy rica. Existen elefantes, cebras, antílopes, jirafas, rinocerontes, avestruces, leones, etc. La despiadada "caza mayor" que realiza el hombre, y la destrucción de las plantas amenazan con destruir la sabana y convertirla en un desierto. Hoy en día, se han salvado de la destrucción extensas zonas, al ser declaradas reservas. En estas reservas naturales los animales han encontrado protección, y el primitivo paisaje de la sabana ha sido conservado para satisfacción de las generaciones venideras.



Lluvia y sequía

En África, la sabana septentrional tiene su período cálido en junio, cuando llegan las lluvias. La vegetación florece y los animales herbívoros encuentran abundante alimento. Por el contrario, en la sabana del sur reina una gran sequía y, para encontrar comida, los animales han de recorrer largas distancias. En diciembre, las condiciones se invierten. Los bosques tropicales ecuatoriales tienen una gran pluviosidad.



Plantas

Las plantas de la sabana pueden soportar la sequía. Domina la hierba. Aquí y allá crecen gramíneas resistentes y pequeños arbustos, e incluso algunos árboles, como euforbias y acacias, en África, o gigantescos ombúes, en las pampas sudamericanas.







El cultivo de las praderas

Con un simple arado y, más tarde, con otro arado más perfeccionado, el hombre cultivó las zonas herbosas. Ya en la Edad de Piedra, se utilizaban, para la recolección, hoces primitivas. El primer ganado doméstico, al igual que sus antepasados salvajes, pudo alimentarse paciendo en los prados.

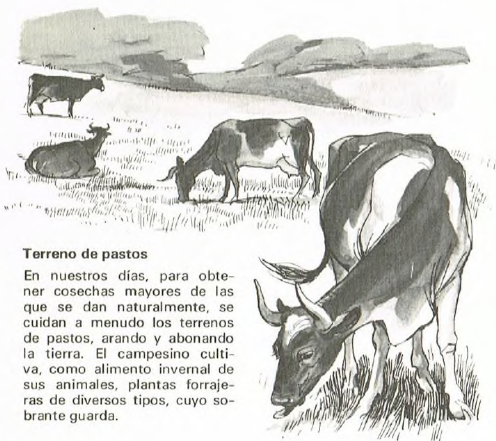
El arado, la hoz, el ganado

Los primeros cultivos se remontan al final de la Edad de Piedra. La alimentación principal provenia de la ganaderia y, talando el bosque, se crearon espacios destinados a prados para el ganado. El hombre de la Edad de Piedra laboraba también el terreno, con arados primitivos de madera. Para la recogida del heno y de los cereales, usaba una hoz muy simple.

Durante mucho tiempo, se concedió a los pastos que, durante el invierno, daban alimento a los animales, mayor importancia que a los cereales. Sin embargo, al aumentar la población, el pan tuvo un lugar más destacado en la alimentación, y el cultivo de los cereales creció en importancia. Algunas de las mayores zonas herbosas del mundo, las estepas y las sabanas, se han convertido en las regiones con mayor producción de cereales de nuestra época, p. ej., las praderas de Norteamérica y las pampas de Sudamérica.

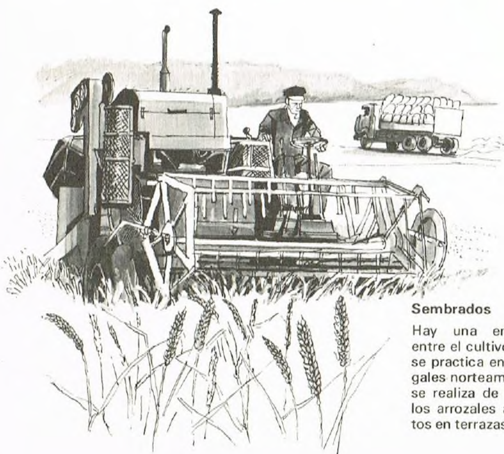
Actualmente, para resolver los problemas de la alimentación de la humanidad, se intenta encontrar nuevos terrenos cultivables. Para ello, es preciso desarrollar nuevos métodos de cultivo, luchar contra insectos perjudiciales y diseñar aperos de labranza más eficaces; de este modo podrian obtenerse mayores beneficios de las inmensas zonas de cultivo existentes, p. ej., en Asia. Hay una enorme diferencia entre lo que se obtiene en los cultivos agricolas, altamente mecanizados, de Norteamérica, y en los campos trabajados a mano, de los países subdesarrollados.

La hierba no sólo ha sido cultivada para su aprovechamiento, sino también como adorno y factor de descanso. El famoso parque inglés, que fue un producto del



Terreno de pastos

En nuestros días, para obtener cosechas mayores de las que se dan naturalmente, se cuidan a menudo los terrenos de pastos, arando y abonando la tierra. El campesino cultiva, como alimento invernal de sus animales, plantas forrajeras de diversos tipos, cuyo sobrante guarda.





Sembrados

Hay una enorme diferencia entre el cultivo mecanizado que se practica en los inmensos trigales norteamericanos, y el que se realiza de modo manual en los arrozales asiáticos dispuestos en terrazas.

Césped en los parques

El parque inglés, con sus bellos y verdes céspedes regulares, y árboles y arbustos plantados naturalmente, es el resultado de largos años de cultivo, durante los cuales los rebaños de ovejas han contribuido a uniformizar la hierba. Los parques ingleses se utilizan hoy, en muchos lugares, como campos de golf.



Siembra

Una buena alfombra de césped requiere mucho trabajo. El terreno ha de airearse y abonarse antes de que se pueda sembrar en él la mezcla adecuada de hierbas.



Apisonado

La zona recién sembrada se apisona para que las semillas queden rodeadas de tierra y permanezcan en íntimo contacto con la humedad del suelo.



Siega

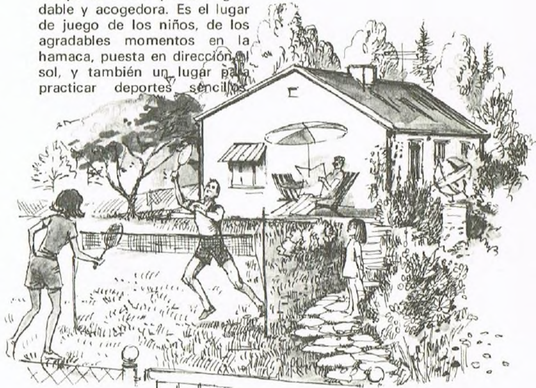
Cuando ha crecido la hierba, debe ser cortada, a menudo, con una segadora, para obtener como una bella alfombra regular.

amor que, en el siglo XVIII, se sentía por la naturaleza, y también una reacción contra el anterior y frío estilo francés en materia de parques, presta una especial atención a las blandas alfombras de césped, plantándose los árboles y arbustos de una forma natural, sin buscar su ordenación. También en nuestros días es famosa Inglaterra por sus bien cuidadas alfombras de césped, en parques y jardines privados.

Los céspedes bellos no se encuentran tan sólo en Inglaterra. Muchos propietarios de villas y de casas de campo se esfuerzan en crearlos; también son parte importante de los parques y zonas verdes urbanos. Pero una alfombra de césped requiere mucho trabajo; cavar, abonar, sembrar, apisonar, segar y regar son tareas necesarias que exigen mucho tiempo. Sin embargo, estos esfuerzos quedan compensados por los excelentes resultados.

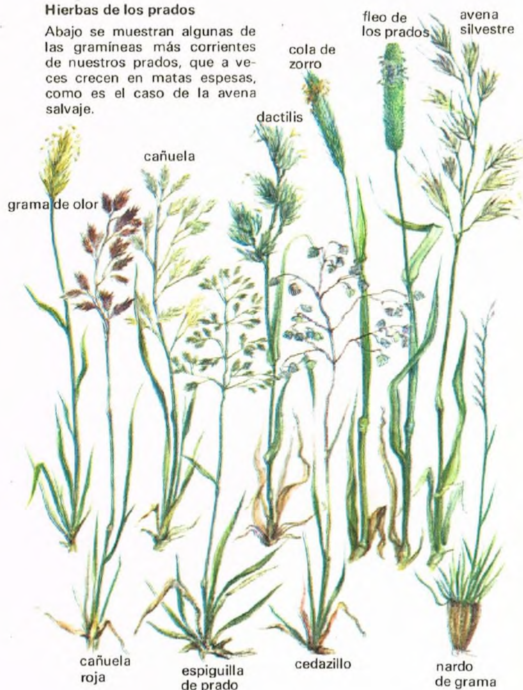
Alfombra de césped junto a la villa

La alfombra de césped que rodea la propia villa o casa de campo da una impresión agradable y acogedora. Es el lugar de juego de los niños, de los agradables momentos en la hamaca, puesta en dirección al sol, y también un lugar para practicar deportes sencillos.



Hierbas de los prados

Abajo se muestran algunas de las gramíneas más corrientes de nuestros prados, que a veces crecen en matas espesas, como es el caso de la avena salvaje.



Los prados

Se suele llamar prado a una zona abierta en la que la hierba crece naturalmente. En el paisaje inferior se pueden apreciar diversos tipos de prados y seguir la variación de su flora, según el grado de humedad del terreno.

Las *cañas* son las hierbas de mayor porte, y los juncos y carrizos que hay en las zonas encharcadas constituyen en cierto modo un tipo de prado, el más húmedo de todos, donde las aves marinas hacen sus nidos y el lucio acecha su presa de pececillos. Antiguamente, estas cañas se recolectaban para forraje invernal del ganado. Sin embargo, hoy en día son una molestia que amenaza con cubrir muchos lagos interiores y son combatidas con diversos métodos, como pulverizaciones.

Los *prados de ribera* constituyen otro tipo importante. A veces están formados por especies variadas, y vive en ellos una fauna numerosa y vivaz. Las plantas se hallan semisumergidas, al menos las raíces. Otro tipo de pradera encharcada es la *turbera,* formada, en general, por musgos y pequeños juncos.

Entre las comunidades de hierba no encharcadas pueden distinguirse los prados propiamente dichos, las landas y los prados alpinos. Los primeros suelen exhibir, a lo largo de la primavera y verano, una gran variedad de flores multicolores, así como una fauna numerosa compuesta por mariposas, moscas, escarabajos y saltamontes. En estas épocas constituyen lugares de gran belleza,



Cañaverales

Alrededor de las playas, de los lagos y junto a los bordes de los arroyos encontramos masas de cañas y carrizos. Las cañas pueden alcanzar los 7 m de altura, contando la parte sumergida en el agua. Al final del verano, las cañas florecen en grandes panojas de color violeta o verde, que durante el invierno se vuelve plateado.

Prados de ribera

Todos los años los prados de ribera se pueblan de flores. Esta floración tiene lugar casi siempre en pleno verano. En ellos podemos encontrar hierbas acuáticas, como los juncos, la molinia, o la sagitaria, y matas de cárices, que son ciperáceas. También se encuentran ciertas dicotiledóneas, como la hierba centella y el cincoenrama.

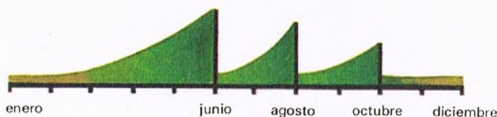
Prados húmedos

En las partes más húmedas de los prados comunes se revela la transición entre los prados de ribera y los prados secos. Entre matas de nardo de grama, cañuela, cola de zorro, etc., crecen hierbas ciperáceas, y también hierbas dicotiledóneas, como los ranúnculos, los calderones, la reina de los prados y la angélica.

aunque ésta no es su única ventaja. En efecto, desde la antigüedad los prados han sido utilizados para pasto de los animales domésticos, y se les cultiva para la obtención de heno.

Las *landas*, prados situados en las zonas bajas de las montañas húmedas, están originadas casi siempre por la degradación del bosque. Son lugares siempre verdes poblados no sólo por hierba, sino también por arbustos y matas dispersos. Pueden aprovecharse para el pasto del ganado lanar, como ocurre, p. ej., en las tierras altas de Escocia; en muchas regiones se ha llegado a quemar y talar el bosque, para transformarlo en landas.

Los *prados alpinos* tienen una flora especial, adaptada a las más duras condiciones de vida, en las zonas de gran altitud (véase Montaña, 5-6).



Ritmo de recolección

Cuando, con la llegada de la primavera, la nieve se ha fundido en los prados y el sol comienza a calentar, aumenta el crecimiento. La hierba ha invernado en forma de yema y crece por tanto muy pronto. Si el tiempo ha sido agradable, los prados de siembra suelen brotar ya mediada la primavera. A menudo puede obtenerse una segunda cosecha, algo menor, de hierba para forraje o siembra, e incluso, a veces, una tercera; no obstante, en países de clima frío, la producción es más limitada.

Landas

Las landas aparecieron en zonas montañosas, frescas y húmedas, cuando el hombre, quemando y desmontando los bosques vecinos, dispuso de terrenos para que pastaran sus rebaños domésticos.

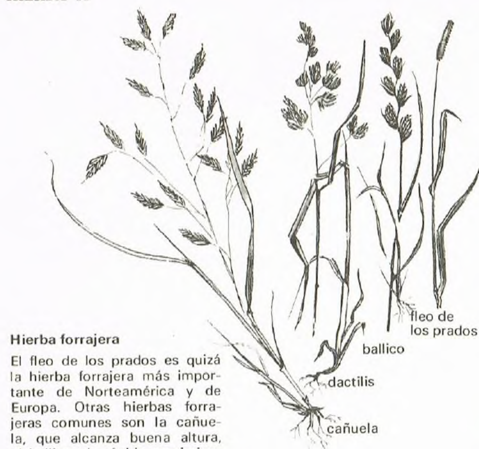
Prados secos

Las partes más secas de los prados tienen otro tipo de flora. En ellas podemos encontrar espléndidas margaritas, tréboles, cuajaleches y campánulas, y quizá, también, algunas de las muchas especies de gramíneas, como el cedacillo o la avena salvaje.

Bajo la superficie

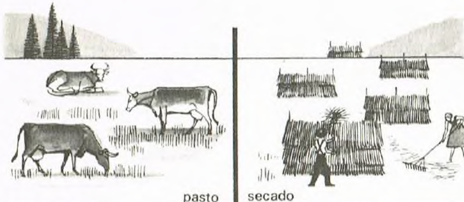
Bajo la superficie de los terrenos herbosos aparece una rica vida animal, de gran importancia para la vegetación. Ciertas larvas de insectos se comen las raíces y raicillas. Muchos insectos pululan por la superficie o inmediatamente bajo ella, viviendo de los desechos vegetales. Las lombrices de tierra excavan galerías que airean el suelo, en beneficio de las plantas. También se pueden encontrar hormigueros. En la tierra hay hongos y bacterias, que descomponen la materia orgánica.





Hierba forrajera

El fleo de los prados es quizá la hierba forrajera más importante de Norteamérica y de Europa. Otras hierbas forrajeras comunes son la cañuela, que alcanza buena altura, el ballico, de rápido crecimiento, y la dactilis.



Utilización

En los pastizales los animales comen las hierbas forrajeras en su estado natural. Para alimentarlos durante el invierno, se seca en pajares o heniles la hierba segada, el heno. Otro método es el ensilado: la hierba segada y triturada se guarda en depósitos —silos—, en donde se fermenta hasta formar un nutritivo forraje.





Caña de azúcar y remolacha azucarera

La caña de azúcar es una gramínea cultivada en los países tropicales. El azúcar se extrae de la parte interior de las cañas. Tras las guerras napoleónicas, en Europa se produjo azúcar, a partir de la remolacha azucarera.

La hierba al servicio del hombre

Las hierbas pertenecen a varias familias, una de las cuales, la de las gramíneas, es de las más numerosas del reino vegetal y, sin duda alguna, la más importante para la humanidad. Directa o indirectamente, las gramíneas proporcionan alimentos fundamentales como harinas y sémolas obtenidas de distintos cereales (en las regiones frías, trigo, centeno, cebada y avena; en las cálidas, arroz, maíz y mijo). Los cereales son ricos en almidón, pero contienen además otras sustancias muy importantes (véase también Cereales).

El jugo dulce de la caña de azúcar y de otras especies nos proporciona azúcares y jarabes. Los pastizales, naturales o cultivados, alimentan al ganado, que nos proporciona carne y productos lácteos. Las hierbas de pasto son muchas y muy variadas en cuanto a tamaño, aspecto, rapidez de crecimiento, resistencia a las plagas y capacidad para soportar el mordisqueo y el paso de los animales sobre ellas. Antiguamente, se mezclaban en un mismo terreno diversos tipos de hierba; hoy se siembran unas pocas especies, escogidas según la situación del lugar.

La hierba nos es útil, no sólo por el alimento que nos proporciona, sino también de muchas otras maneras. Las plantas de bambú, que tienen una gran importancia en los países tropicales, son las únicas gramíneas leñosas; a pesar de ello son muy flexibles.

Los tallos de bambú, que pueden alcanzar 40 m de altura, se aprovechan como elementos de construcción para casas, empalizadas, puentes, etc.; con ellos se hacen tuberías, vasijas, muebles, cañas de pescar y otros instrumentos. La hoja se utiliza para recubrir techos y para fabricar papeles de escribir y de embalaje. También se obtiene papel a partir de los tallos y las hojas de otras gramíneas mediterráneas y tropicales; de las hojas y las raíces se extraen aceites aromáticos para la industria del perfume; de las semillas, bebidas alcohólicas y alcohol para la industria y, con un tratamiento ulterior, se obtienen además diversos productos, como colas, cosméticos, plásticos, etc.

La plantación de hierba ha mostrado ser un eficaz método para evitar la erosión de los terrenos y el avance de las dunas, pues las raíces retienen la tierra y la arena.

Además, la hierba es un recreo para nuestra vista, cuando forma cuidados céspedes en los parques de las ciudades o en los jardines particulares; también se cultivan como plantas de adorno algunas gramíneas, por sus hermosas hojas o sus decorativas inflorescencias.











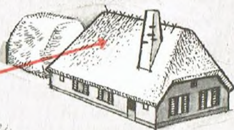
Cereales

Entre las gramíneas que el hombre aprovecha, los cereales son las más importantes. La semilla principal para fabricar el pan es el trigo; Norteamérica es el primer productor de este cereal.

También el maíz, gramínea que puede alcanzar los 6 m de altura, se cultiva mucho en numerosos países de América, pero tiene asimismo importancia en África, en donde se cultivan también el mijo y el sorgo.

El arroz alimenta a mayor número de personas que cualquier otra planta y, en Japón y China, la agricultura está totalmente dominada por el cultivo arrocero, que se efectúa en terrenos inundados.



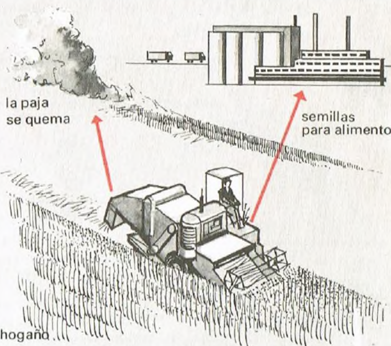




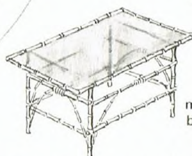
Antaño y hogaño

Por medio del aventado, las semillas de los cereales (el grano) se liberan y se separan de la paja. Antiguamente la paja se usaba para alimentar al ganado y para cubrir los techos. Hoy en día el aventado se hace a máquina y a menudo se quema la paja obtenida (a la derecha).

antaño

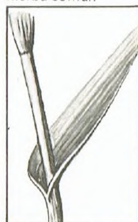


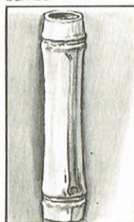




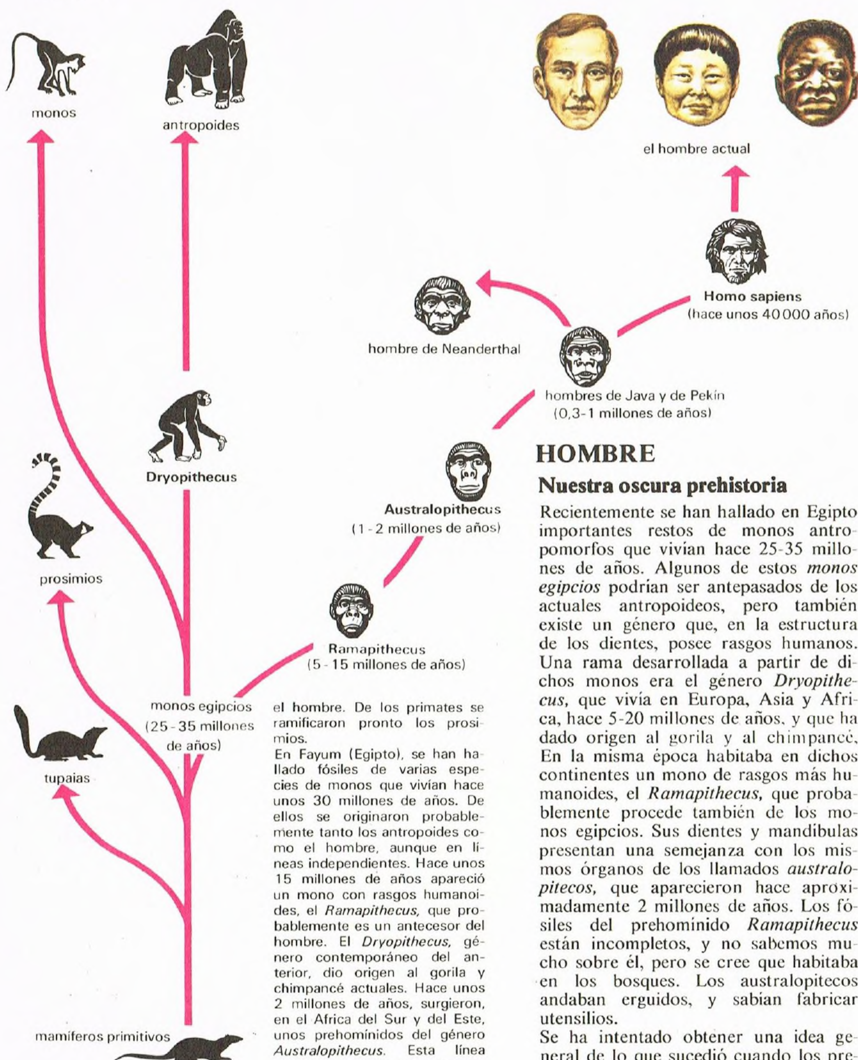
El bambú

Las plantas del bambú son gramíneas leñosas que forman matorrales y hasta bosques, y que aparecen en países tropicales. Los tallos son cañas enormes. En las zonas donde se cultiva el bambú tiene gran utilidad como material de construcción. Los muebles y las cañas de pescar de bambú se úsan también en el Occidente. En el Asia Oriental, los brotes jóvenes del bambú constituyen un manjar muy apreciado.









Arbol evolutivo del hombre

Los investigadores coinciden en cuanto a las líneas generales de la antropogénesis, pero todavía no existe plena certidumbre en las cuestiones de detalle. El árbol genealógico adjunto muestra la evolución probable del hombre, a partir de los mamíferos inferiores. La tupaia parece tener antepasados comunes con los primates, grupo de mamíferos al que pertenece el hombre. De los primates se ramificaron pronto los prosimios.
En Fayum (Egipto), se han hallado fósiles de varias especies de monos que vivían hace unos 30 millones de años. De ellos se originaron probablemente tanto los antropoides como el hombre, aunque en líneas independientes. Hace unos 15 millones de años apareció un mono con rasgos humanoides, el *Ramapithecus,* que probablemente es un antecesor del hombre. El *Dryopithecus,* género contemporáneo del anterior, dio origen al gorila y chimpancé actuales. Hace unos 2 millones de años, surgieron, en el Africa del Sur y del Este, unos prehomínidos del género *Australopithecus.* Esta línea evolutiva condujo, poco a poco, al hombre de Java y al de Pekín, tipo humano del que descienden tanto el hombre de Neanderthal, que todavía vivía en Europa, hace 40 000 años, como el género humano moderno, que recibió de Linneo la designación de *Homo sapiens,* «el hombre consciente».
Poco a poco esta especie se propagó por las diferentes partes del mundo, y se fragmentó en distintas razas adaptadas a las condiciones locales.

HOMBRE

Nuestra oscura prehistoria

Recientemente se han hallado en Egipto importantes restos de monos antropomorfos que vivían hace 25-35 millones de años. Algunos de estos *monos egipcios* podrían ser antepasados de los actuales antropoideos, pero también existe un género que, en la estructura de los dientes, posee rasgos humanos. Una rama desarrollada a partir de dichos monos era el género *Dryopithecus,* que vivía en Europa, Asia y Africa, hace 5-20 millones de años, y que ha dado origen al gorila y al chimpancé, En la misma época habitaba en dichos continentes un mono de rasgos más humanoides, el *Ramapithecus,* que probablemente procede también de los monos egipcios. Sus dientes y mandíbulas presentan una semejanza con los mismos órganos de los llamados *australopitecos,* que aparecieron hace aproximadamente 2 millones de años. Los fósiles del prehomínido *Ramapithecus* están incompletos, y no sabemos mucho sobre él, pero se cree que habitaba en los bosques. Los australopitecos andaban erguidos, y sabían fabricar utensilios.
Se ha intentado obtener una idea general de lo que sucedió cuando los prehomínidos dejaron de ser arborícolas, para iniciar su vida sobre el suelo. Se sabe que, a fines de la Era Terciaria, el clima se volvió más seco y que, en muchas partes, los bosques fueron reemplazados por sabanas y estepas. De esta manera es posible que el *Ramapithecus* se viera obligado a desenvolverse cada vez más sobre el suelo. Era difícil llevar en la boca, durante largos recorridos, las crías, alimentos, etc. Sin embargo, andando erguido podía servir-

se de las manos. La desaparición del pelo obedeció, quizá, a que los individuos muy velludos sufrían fácilmente accidentes, a causa del calor, después de las excitantes cazas de sus presas.
Los lazos sentimentales, dentro de la manada, llegaron a ser cada vez más intensos; el apareamiento tenía lugar vientre contra vientre, y poco a poco se desarrolló un idioma sencillo. Pero hasta hace aproximadamente 1 millón de años el cerebro no había adquirido un volumen suficiente para permitir una inteligencia elevada. El hombre de Java y el de Pekín poseían un volumen cerebral intermedio entre el del *Australopithecus* y el nuestro propio. El hombre de Neanderthal tenía incluso un cerebro ligeramente mayor que el nuestro. La *evolución* por la que el hombre, al igual que los demás organismos, se ha desarrollado, prosigue todavía. Sin embargo, hoy conocemos las leyes de la evolución, e incluso nos es posible crear nuevas formas, tanto de plantas como de animales.

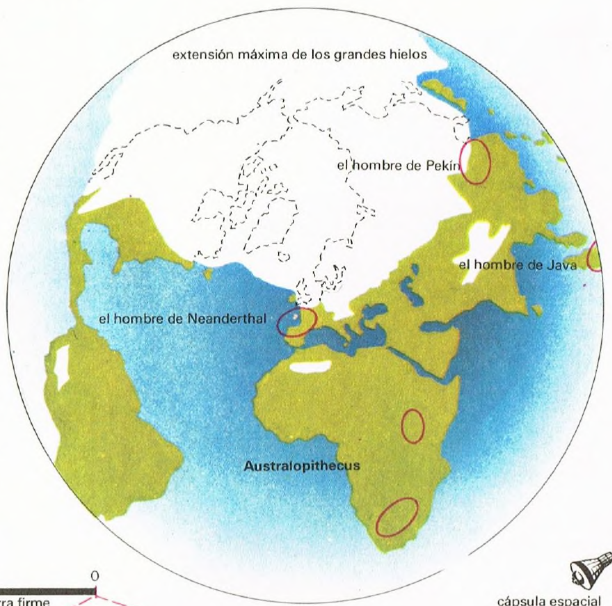


Los hombres más primitivos

El *Australopithecus* fabricaba ya utensilios de piedra, aunque muy primitivos. Se han encontrado pruebas de que el hombre de Pekín utilizaba el fuego. El de Neanderthal, cuyo volumen cerebral era, en realidad, algo mayor que el del hombre actual, fabricaba excelentes armas de sílex, y vivía en grutas donde las presas de caza podían asarse al fuego.

Los lugares de los hallazgos

El mapa de la derecha indica algunos lugares en que se han hallado fósiles de hombres primitivos. En Olduvai (Tanzania), así como en el Africa del Sur, se han encontrado cráneos fósiles y esqueletos de manos y pies del *Australopithecus*. En Java se han hecho algunos hallazgos del hombre de Java; cerca de Pekín se han realizado unos cincuenta hallazgos del hombre de Pekín; en Europa se han encontrado numerosos restos del hombre de Neanderthal.



La vida en la Tierra

El hombre es un producto muy tardío de la evolución. Mientras que, en la Tierra, la vida existe, quizá, desde hace 2 - 3 miles de millones de años, sólo hace de 1 a 2 millones de años que los primeros homínidos descendieron de los árboles y empezaron a vagar, erguidos, por las llanuras. En un principio el progreso técnico fue muy lento. En una perspectiva de tiempo, como la representada en la escala inferior, la invención del arco y la de la cápsula espacial resultan casi simultáneas.

2 mil millones de años — 0

vida — vida en tierra firme — cápsula espacial

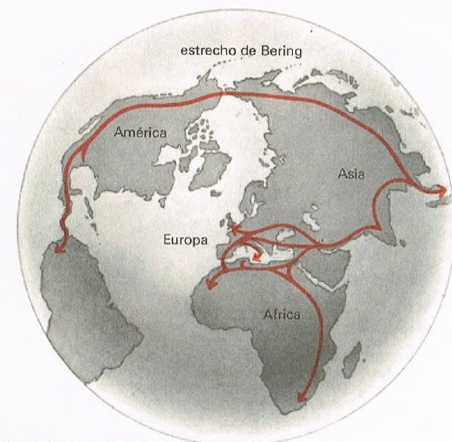

descenso del árbol


el fuego


hacha de piedra


arco

2 millones de años — 0



Las primeras migraciones

¿Dónde estuvo la cuna de la humanidad? Sobre ello hay división de opiniones. Algunos sostienen que el género humano surgió aproximadamente al mismo tiempo en Europa, Asia y Africa, propagándose poco a poco sobre la Tierra, en grupos crecientes. Otros prefieren pensar en un origen único. Durante la fase final de la época glacial, América fue poblada por diferentes tribus mongoloides que, por lo visto, inmigraron de modo escalonado por el puente de tierra que entonces existía en el estrecho de Bering. Otras tribus de Asia se propagaron sobre Europa y Africa.

El hombre se propaga

El género humano ha ido propagándose, en el transcurso de miles de años, sobre gran parte del globo terrestre, habiéndose multiplicado, en escala ascendente, hasta el extremo de que hoy nos hallamos frente a una explosión demográfica. Desde el punto de vista de la inteligencia, el hombre es superior a los demás animales; esta circunstancia ha sido decisiva para permitirle tomar posesión de nuevas zonas y adaptarse a las condiciones que encontraba en ellas. Cuando un grupo humano se pone en movimiento, para ocupar una nueva zona, efectúa una *migración*. Esta puede deberse a diversas causas: a menudo, las malas condiciones de vida, en el propio país, y la posibilidad de una mejor situación en el nuevo.

La propagación del hombre desde las áreas de Europa, Africa y Asia, donde vivía en la época más primitiva, se realizó mediante migraciones. El continente americano fue poblado, hace unos 15 000 años, por tribus asiáticas que llegaron a Norteamérica, a través del estrecho de Bering.

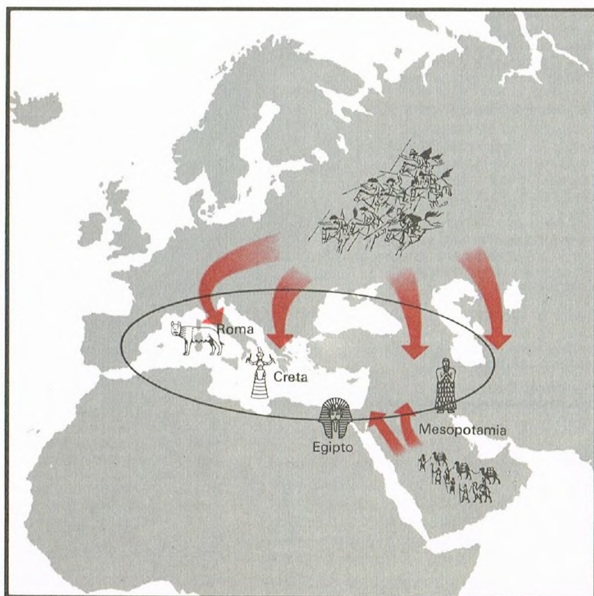
Las primeras civilizaciones surgieron junto al Mediterráneo, y en la India y China. Se convirtieron en grandes potencias que intentaban expansionarse y que constantemente estaban expuestas

Culturas superiores y pueblos de pastores

Las primeras culturas superiores surgieron en los fértiles valles de los ríos Eufrates, Tigris y Nilo: ya unos 3000 años a. de C., las civilizaciones de Mesopotamia y Egipto habían alcanzado gran desarrollo. Mediante el comercio, la cultura de estas zonas se propagó hacia occidente, creándose importantes imperios mediterráneos, p. ej., Creta. Hacia la misma época, en Asia surgieron civilizaciones en la cuenca del Indo, en el norte de la India y en China.

Estas ricas y florecientes zonas atraían notablemente a los pueblos nómadas. Las tribus de pastores, que vagaban por los desiertos de Oriente Medio y por las zonas de las estepas centroasiáticas, empezaron a avanzar hacia las zonas civilizadas, lo que dio lugar a la creación de imperios, en las zonas de cultura, para protegerlas de los pueblos migratorios. Este período culminó con la creación del enorme Imperio Persa.

Algo similar sucedió unos mil años más tarde, cuando se produjo sobre Europa una doble invasión: la de los hunos, procedentes de Asia, y la de los pueblos germánicos —los bárbaros— que destruyeron el Imperio Romano.



a las amenazas de tribus forasteras. A comienzos de nuestra era, el mundo occidental estaba dominado por el enorme Imperio Romano. En el s. V la migración de los pueblos germánicos llegó a su apogeo; alrededor del año 550, al final de la época de las invasiones, se habian constituido los reinos bárbaros de Europa.

Audaces viajes de exploración han abierto el camino del hombre a nuevas zonas. Ya los pueblos de la antigüedad hacían largos viajes por mar. Los fenicios llegaron hasta las Islas Británicas y circunvalaron Africa. Más tarde, los normandos, en sus viajes hacia el oeste, descubrieron nuevas tierras. Sin embargo, al concluir la Edad Media, la mayor parte del globo terrestre era todavía desconocida para los europeos. Alrededor del año 1500, cuando se dominó la técnica de la construcción naval y de la navegación, se inició la época de los grandes descubrimientos geográficos. Durante los siglos XVI y XVII, miles y miles de hombres se desplazaron desde Europa a los continentes recién descubiertos. Los ingleses y franceses se dirigieron principalmente a Norteamérica; los españoles, a Sudamérica. También en Asia tuvieron lugar importantes desplazamientos y emigraciones. En la época actual, prácticamente toda la Tierra es conocida. Se calcula que, en el año 2000, la Tierra tendrá más de 6000 millones de habitantes. El problema más grave de nuestra época es proveer de alimentos a esta inmensa población.

Migraciones de 1500 a 1900

Los primeros siglos de la Edad Moderna fueron la época de los viajes de exploración. Innumerables expediciones salieron de Europa. Vasco de Gama llegó por mar a la India. Colón descubrió América. Magallanes organizó el primer viaje alrededor de la Tierra. En los siglos XVIII y XIX se exploraron las zonas interiores de los continentes. En las zonas recién descubiertas, las grandes potencias crearon imperios coloniales, y grandes grupos humanos emigraron de Europa a las colonias. Simultáneamente tuvieron lugar migraciones desde la India, China y Japón.



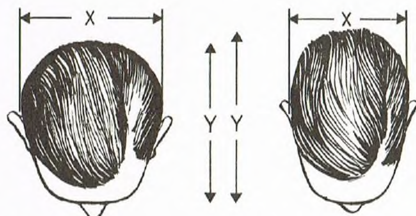
Actual distribución del hombre

El globo terrestre de la actualidad, densamente poblado, contrasta con la tierra desierta de los comienzos de la humanidad. El hombre se ha multiplicado enormemente, y se ha propagado sobre la Tierra, adaptándose a nuevos países y climas. Hoy, casi todo el globo terrestre está poblado. Si el desarrollo demográfico continúa como hasta ahora, en la Tierra pronto dispondremos tan sólo de «plaza sin asiento». Los puntos del mapa representan la densidad de población, en las diferentes zonas.



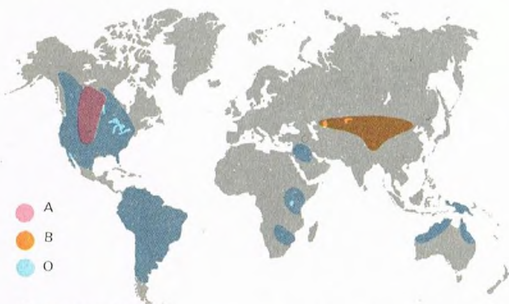
Tez y forma del cabello

Un típico rasgo diferencial entre los distintos grupos humanos es la coloración de la tez, así como la forma del cabello. La raza llamada caucasoide tiene tez blanca o, mejor dicho, clara, aunque su color es más oscuro en los individuos de las zonas meridionales. El cabello es suave y, a veces, ondulado. La raza negroide tiene tez oscura y cabello crespo y rizado. Los chinos, japoneses, esquimales e indios pertenecen a la raza mongoloide. Su tez es amarillenta; su cabello, lacio y áspero.



Forma de la cabeza

Se ha intentado diferenciar las razas, con arreglo a la forma de la cabeza, pero este método es bastante inseguro, puesto que la cabeza, al igual que el resto del cuerpo, puede variar mucho entre diferentes individuos de la misma raza. Cuando la forma de la cabeza se utiliza como característica racial, se emplea una medida llamada índice cefálico, que indica la relación entre la anchura de la cabeza, X, y su longitud, Y. Los individuos con índice cefálico inferior a 75 se denominan dolicocéfalos; si tienen un índice de 75 - 80 son mesocéfalos; y con un índice de más de 80, braquicéfalos. Arriba, a la izquierda, una cabeza corta; a la derecha, una cabeza alargada.



Grupos sanguíneos

Los grupos sanguíneos hereditarios O, A y B existen en todas las razas. Sin embargo, en ellas el porcentaje de cada grupo varía. Así, donde más abunda el grupo sanguíneo O es entre los indios de América del Norte y América del Sur, así como entre los aborígenes de Australia y Africa. Sin embargo el grupo sanguíneo A abunda, sobre todo, entre los habitantes blancos de América del Norte; y el grupo B, entre los pueblos de Asia.

Razas o grupos de población

Durante los últimos 40 000 años ha habido, en la Tierra, una sola especie humana, el *Homo sapiens*, desde que se extinguió el hombre de Neanderthal. Al igual que otras especies animales, la nuestra puede dividirse en diferentes razas. Estas se han producido probablemente por selección natural, a lo largo de miles de años, habiendo adquirido diferentes propiedades, como la adaptación al clima. Que se trata de razas y no de especies se deduce, en parte, de que existe entre ellas interfecundidad, lo que nunca ocurre cuando se trata de especies diferentes.

Linneo dividió el género humano sencillamente en las variedades americana, europea, asiática y africana. Hacia finales del s. XVIII se desarrolló la *antropología física*, la ciencia que estudia el origen, desarrollo y distribución de los diferentes rasgos caracteristicos del hombre. La antropologia fisica introdujo el *concepto de las razas;* aspiraba a una clasificación racial fundada en rasgos fisicos aparentes y mensurables.

Sin embargo, los rasgos elegidos eran, al menos en un principio, de valor dudoso: se media la talla y el indice cefálico, se observaba la forma de los labios, de la nariz y de los párpados, la tez y el tipo del pelo, rasgos todos ellos cuyos factores hereditarios desconocemos, y que en muchos casos varían probablemente bajo la influencia de las condiciones exteriores. Además no se prestaba la debida atención a las variaciones dentro de las razas, y se atribuia una importancia excesiva a la existencia de determinadas propiedades constantes que diferenciasen netamente los diversos grupos humanos. Hoy, la antropologia clasifica el género humano en las razas *caucasoide, mongoloide, negroide* y *australoide.* A veces, la raza australoide se agrupa con la negroide.

Durante estos últimos 20-25 años se ha desarrollado, en la antropologia, una nueva tendencia, la *antropología genética.* Es una ciencia exacta que estudia la variación del hombre, sobre la base de datos genéticos. Una de las caracteristicas que usa para distinguir las razas son los grupos sanguíneos, que son hereditarios. Esta ciencia considera las razas como unidades inestables, y prefiere hablar de *grupos de población* más o menos aislados. Probablemente los resultados de la antropologia genética nos darán una comprensión general de las variaciones en el hombre, eliminando, con ello, muchos prejuicios raciales absurdos, como los referentes a la superioridad de una raza determinada.

europeo

chino

indio

esquimal

CAUCASOIDE

MONGOLOIDE

NEGROIDE

AUSTRALOIDE

africano

australiano

indio

La clasificación clásica de las razas

Según la idea clásica sobre la propagación de las razas, la caucasoide existe principalmente en Europa, en el norte de Africa y, en grupos aislados, en Asia. La raza mongoloide tiene su mayor extensión en Asia, en algunas de las islas de Oceanía y en América. Los negroides pueblan Africa, Malasia y Melanesia; los australoides, Australia y la isla de Ceilán. Sin embargo, por la continua dispersión y mezcla de las razas, esta clasificación ya no tiene plena validez.



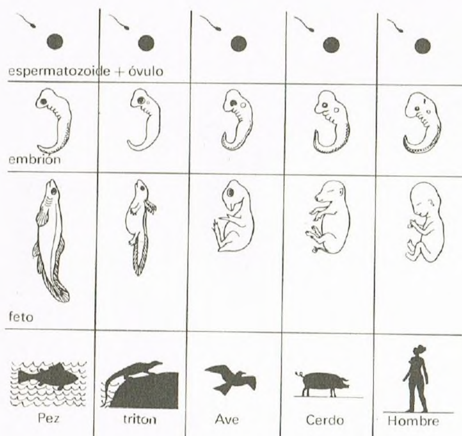
Entonces...

Durante la época del colonialismo cesó el aislamiento —causado por la distancia— entre los distintos grupos humanos; esto se ilustra en el grabado, que representa el encuentro de un explorador y un jefe negro.



... y ahora

Esta fotografía, tomada en un aeropuerto donde gente de diferentes razas está esperando sus aviones, para ser transportada a todas partes del mundo, simboliza la dispersión y la mezcla de grupos de población que tienen lugar en nuestra época. Las modernas comunicaciones han proporcionado a los hombres una mayor movilidad que debilita cada vez más las fronteras entre las tradicionales zonas de propagación de las razas.



Diferencias y semejanzas

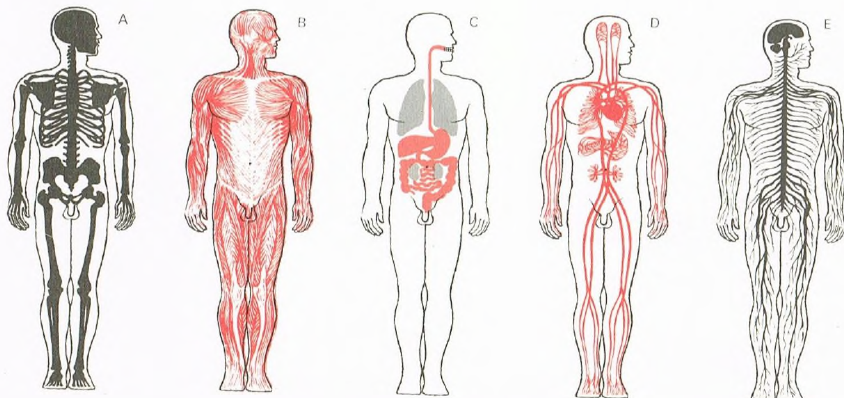
Hay gran diferencia entre los individuos adultos de diferentes especies de animales. En el grabado vemos representantes de los diferentes grupos de vertebrados: peces, reptiles, aves y mamíferos. Los mamíferos están representados por el cerdo y el hombre. En la fase fetal hay ya grandes diferencias entre los distintos grupos, pero en la fase embrionaria todos los vertebrados tienen una marcada semejanza. El desarrollo de todos ellos se inicia con la unión entre un espermatozoide y un óvulo.

Los sistemas orgánicos del hombre

Los sistemas orgánicos del hombre son semejantes a los de los demás vertebrados, aunque en el hombre algunos órganos han sufrido un desarrollo especial. El esqueleto (A) es el armazón del cuerpo; puede moverse con ayuda de los músculos (B). Los pulmones, el aparato digestivo y los riñones (C) realizan la absorción de alimento y oxígeno, y la eliminación de los productos de combustión. Por el sistema circulatorio (D) se transportan oxígeno, alimentos y productos de desecho a las diferentes partes del cuerpo. Todas las actividades se gobiernan por un sistema nervioso muy desarrollado (E).

El animal llamado hombre

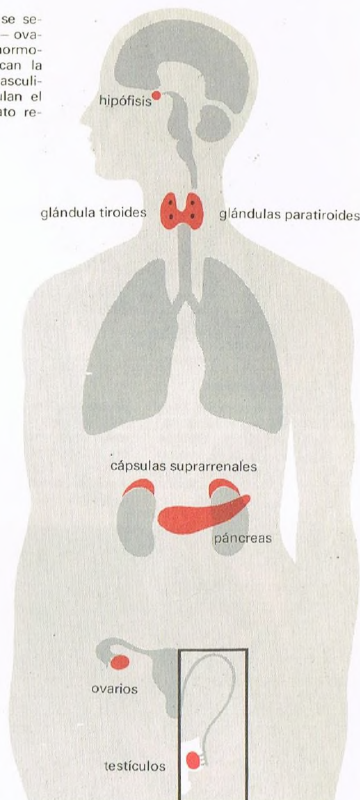
En la actualidad no se poseen pruebas absolutas de que el hombre se haya desarrollado a partir de vertebrados inferiores. Sin embargo, si observamos la evolución y organización del hombre, resulta muy difícil imaginar que éste y los demás animales se hayan desarrollado aisladamente, sin un origen común. Se suele decir que el desarrollo del individuo refleja la evolución de la especie. Sin embargo, esto no significa que el hombre haya atravesado, en su desarrollo embrionario, fases de vertebrados inferiores. En cambio, estableciendo una comparación entre diferentes animales, en fases embrionarias tempranas, advertiremos de inmediato que las semejanzas son muy grandes, mayores cuanto más precoz sea el embrión. En realidad, sólo en la fase fetal —que en el hombre se alcanza unos 2 meses después de la fecundación— pueden distinguirse claramente los rasgos peculiares de la especie. Los sistemas orgánicos del hombre adulto son los mismos que en los demás vertebrados. Esto no sólo se refiere al sistema nervioso, sino también a la regulación química ejercida por las hormonas. La hormona tiroidea, que regula el metabolismo, es la misma en el hombre que en la rana, y la hormona sexual con la que se reconstituye la mucosa del útero, después de la menstruación de la mujer, es la misma que determina, en las aves, la migración desde los países cálidos. El sistema nervioso, que recibe estímulos del mundo exterior, se halla en estrecho contacto con la hipófisis que, a su vez, puede poner en marcha otras glándulas hormonales. Esto hace que puedan iniciarse reacciones hormonales, a consecuencia de estímulos exteriores.



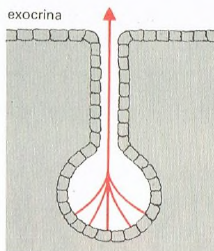
Organos endocrinos

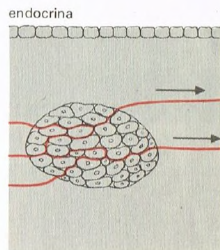
Junto con el sistema nervioso, las glándulas hormonales o endocrinas desempeñan, en la regulación del organismo, un papel importante. Mientras que un impulso nervioso sólo alcanza una porción definida del cuerpo, las hormonas llegan, con la sangre, a todos los puntos del mismo. Pero no todos estos puntos reaccionan de la misma manera a una determinada hormona. Entonces, la respuesta de cada tejido u órgano, ante la hormona, determina las actividades que se han de iniciar o amortiguar. La hipófisis regula las demás glándulas hormonales. En su parte anterior se secretan hormonas que, a su vez, inducen a otras glándulas hormonales a intensificar su actividad. Al aumentar la actividad de una glándula hormonal, aumenta en la sangre el contenido de su hormona. Al volver a la hipófisis, esta sangre suministra información sobre la respuesta de la glándula estimulada. Así puede regularse la actividad de las glándulas hormonales, según las necesidades del momento.
Delante de la laringe se halla la glándula tiroides, que regula el metabolismo. Las glándulas paratiroideas mantienen, a un nivel uniforme, el calcio contenido en la sangre. Las cápsulas suprarrenales tienen gran importancia para reaccionar ante la tensión y para regular el metabolismo del agua y de las sales. Ciertas células del páncreas segregan la insulina, que permite que las células del cuerpo aprovechen el azúcar de la sangre.

A partir de la pubertad, se segregan en las gónadas – ovarios y testículos – las hormonas sexuales que provocan la aparición de rasgos masculinos y femeninos, y regulan el funcionamiento del aparato reproductor.



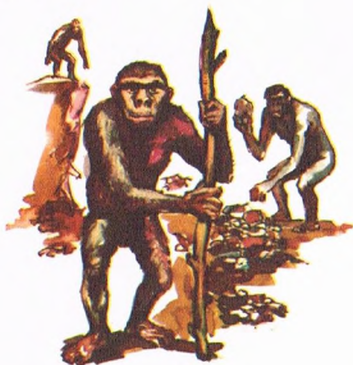
Por ejemplo, en situaciones de peligro se segregan hormonas que preparan para la defensa el cuerpo.
Muchas hormonas son iguales en varias especies, mientras que hay otras que en cada especie son de constitución algo diferente. A pesar de ello, tienen el mismo efecto. La mayor parte de la insulina producida industrialmente proviene del páncreas del cerdo. En la actualidad, la mayoría de los diabéticos del mundo pueden llevar una vida relativamente normal, gracias a esta hormona procedente de otro vertebrado. Inversamente, la inyección de hormona tiroidea, procedente del hombre, en larvas de rana, provoca su inmediata metamorfosis. Esta es una prueba evidente de que el hombre, si bien es el dueño del mundo, tiene el mismo origen que los demás animales.





Glándulas de secreción externa e interna

El término «glándulas endocrinas» significa «glándulas de secreción interna». En las glándulas exocrinas, p. ej., las glándulas salivales, hay un conducto que comunica con el mundo exterior el interior de la glándula. En cambio, las glándulas endocrinas están en contacto directo con una densa red de vasos sanguíneos. Por tanto, las hormonas se vierten en la sangre, que las lleva directamente al interior del cuerpo. Sólo después pueden abandonar el cuerpo, a través de los riñones; algunas de ellas se convierten, en el hígado, en sustancias inactivas.



Camino hacia el hombre

Los homínidos que vivían hace unos 600000 años no conocían el uso del fuego. Eran de talla pequeña, y, con su cuerpo velludo y frente inclinada, mantenían todavía un gran parecido con los monos. Sin embargo, andaban erguidos, y sus manos se habían convertido en órganos prensores más refinados. También utilizaban algunas herramientas sencillas.



Evolución biológica y cultural

"No digáis que el hombre es un animal, sin decir al mismo tiempo lo maravilloso que es." Estas palabras de Pascal definen la posición particular del hombre: desde el punto de vista biológico somos animales, pero, como creadores de la civilización, estamos a una distancia considerable de la estricta vida animal. En la evolución biológica del hombre, lo más importante ha sido el incremento del volumen cerebral, lo que le ha permitido cada vez mayor capacidad de aprender, resolver problemas y pensar constructivamente. La capacidad intelectual del hombre ha dado lugar a que la evolución cultural haya sido mucho más rápida que la biológica. En 10000 años, la evolución cultural nos ha llevado desde la Edad de Piedra a la era atómica.

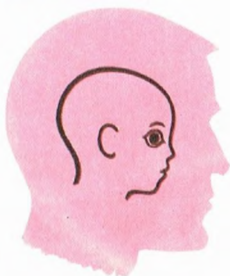
Con todo, el hombre pertenece al grupo de los primates. Es un mono desnudo, cuyo comportamiento, al igual que el de otros animales, se basa, en gran parte, en instintos heredados. Sin embargo, la cultura modifica el patrón instintivo, y nuestro comportamiento, en buena parte, es aprendido.

La evolución cultural se basa principalmente en el cerebro, y en las manos, órganos prensores maravillosos. Con su ayuda, el hombre ha fabricado utensilios que han aumentado en alto grado su capacidad productora. A pesar de

El mismo instinto en el hombre y en los animales

Tanto el niño como el animal pequeño despiertan, en la mayoría de las personas, sentimientos de cariño. La cara redonda y el cuerpo blando, que son los rasgos típicos de las crías, funcionan como «estímulos clave» y desencadenan en el adulto un comportamiento maternal. En este aspecto, el hombre, en el cuidado de la cría, reacciona de la misma manera que los demás animales superiores.

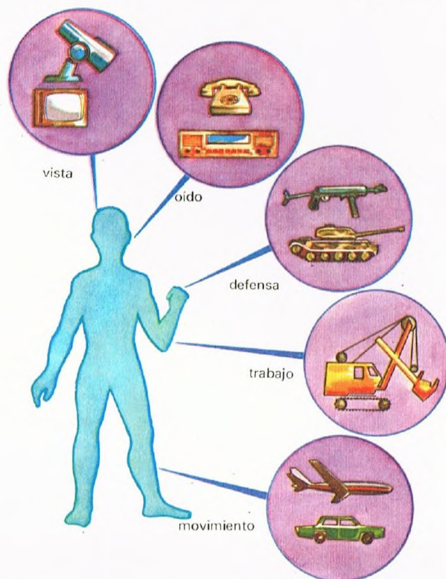






su inteligencia y su formidable técnica, el hombre sigue comportándose, en varios aspectos, como un animal. Los etólogos, investigadores del comportamiento, señalan que en el hombre es posible observar muchos de los comportamientos instintivos de los animales. Como ejemplos pueden mencionarse la lucha por un territorio, la agresión contra los intrusos y la formación de clanes (véase Pájaros 11-12). Además, en los animales se dan muchas de las características consideradas humanas. Algunos monos pueden emplear sencillos utensilios; muchos animales poseen alguna forma de lenguaje, y presentan un comportamiento social.

Todas las ventajas que, en la lucha por la existencia, otros animales han tardado millones de años en conseguir, el hombre, merced a su inteligencia, las ha logrado en un período relativamente breve. Sin embargo, nuestro enorme progreso nos ha abocado a una situación peligrosa. Hemos sobrepasado el equilibrio natural que rige para otros seres. Por ello, si queremos asegurar la continuidad de nuestra existencia, hemos de poner remedio a la situación en que nos ha colocado la evolución cultural.



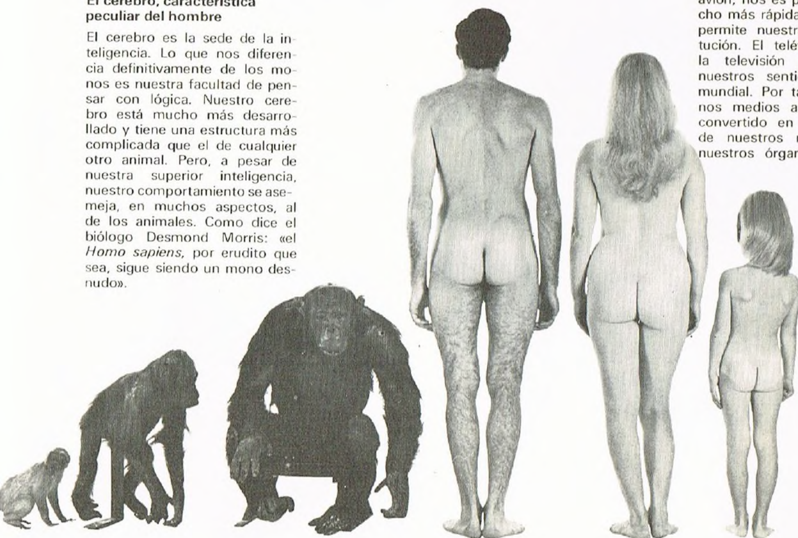
Los sentidos extendidos del hombre

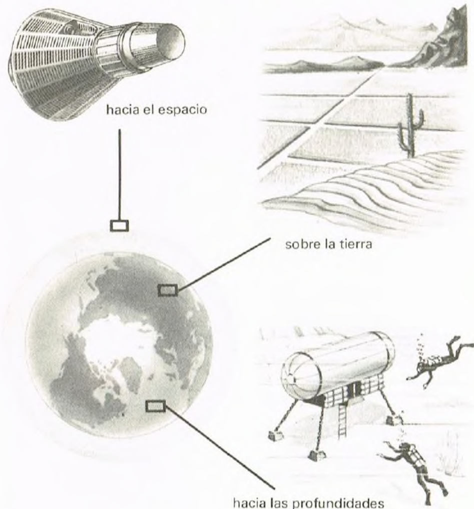
Utilizando su inteligencia, el hombre ha logrado procurarse medios auxiliares que aumentan considerablemente su zona de acción. Así, con ayuda del telescopio podemos ver mucho más lejos y, con ayuda del avión, nos es posible viajar mucho más rápidamente de lo que permite nuestra propia constitución. El teléfono, la radio y la televisión proporcionan a nuestros sentidos un alcance mundial. Por tanto, los modernos medios auxiliares se han convertido en «prolongaciones de nuestros miembros y de nuestros órganos sensoriales».



El cerebro, característica peculiar del hombre

El cerebro es la sede de la inteligencia. Lo que nos diferencia definitivamente de los monos es nuestra facultad de pensar con lógica. Nuestro cerebro está mucho más desarrollado y tiene una estructura más complicada que el de cualquier otro animal. Pero, a pesar de nuestra superior inteligencia, nuestro comportamiento se asemeja, en muchos aspectos, al de los animales. Como dice el biólogo Desmond Morris: «el *Homo sapiens*, por erudito que sea, sigue siendo un mono desnudo».





El hombre por todas partes

Durante su primera época en la Tierra, el hombre, al igual que los demás animales, estaba supeditado a la naturaleza, pero, al dominar las fuerzas de ésta, se ha convertido en soberano indiscutible de su ambiente. Se ha propagado sobre toda la superficie terrestre y ha conquistado las sierras y las llanuras, los desiertos y las selvas. Puede viajar a través del aire y penetrar en las profundidades de los mares. Y no solamente esto: en naves propulsadas por cohetes también ha empezado a explorar el espacio y el sistema planetario.



El hombre, dueño de la Tierra

Si observamos la historia del hombre, desde el final de la última glaciación, podemos distinguir en ella tres grandes épocas. Durante la primera, desde la aparición del hombre hasta hace 10000 años aproximadamente, éste vivía como *recolector* y *cazador*. Durante la segunda, dominó la *cultura agraria*, mientras que la tercera, correspondiente a estos dos últimos siglos, se ha caracterizado por el *industrialismo* y el desarrollo técnico.

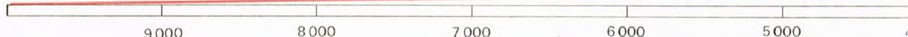
Durante sus primeros tiempos, el hombre, al igual que los demás animales, vivía de lo que la naturaleza le ofrecía. Recogia raices, frutos y bayas, y cazaba animales salvajes. Sin embargo, merced a su inteligencia, cada vez más desarrollada, el hombre aprendió, poco a poco, a aprovechar de modo más racional la naturaleza. Empezó a cultivar plantas y a criar ganado, con lo que cambió totalmente su vida. Se hizo sedentario, construyendo edificios tanto para él como para el ganado. Así se inició la cultura agraria. Los edificios se reunieron formando aldeas, y paulatinamente fueron surgiendo las ciudades, que eran centros de comercio, la artesanía y la administración.

Con el triunfo del industrialismo y de la técnica, las condiciones del hombre han vuelto a cambiar radicalmente. Hemos intensificado cada vez más nuestro dominio sobre la naturaleza. Hoy la población se halla concentrada en las ciudades, densamente pobladas, que se encuentran alejadas de la naturaleza. Las grandes fincas agricolas se explotan con medios mecánicos, por lo que

El arranque

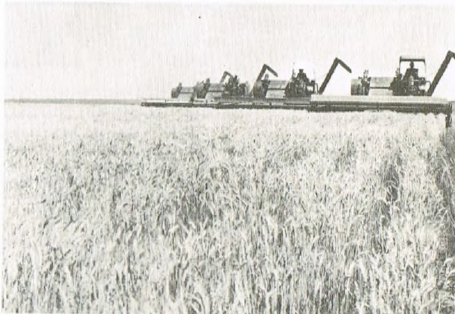
Durante su primera época en la Tierra, desde la era glacial hasta aproximadamente 8000 años a. de C., el *Homo sapiens* dependía totalmente, para su existencia, de lo que le ofrecía la naturaleza. El hombre vivía exclusivamente de la recolección y de la caza, y comía las raíces, frutos y bayas del bosque, los peces de los lagos y los animales que cazaba en bosques y praderas. Vivía en grutas y andaba vagando por amplias zonas, para encontrar sus alimentos. Pero, en su lucha por la vida, había ya logrado ventajas sobre otros animales: había aprendido a usar el fuego, a utilizar diferentes utensilios y a abrigarse con pieles que le procuraban calor.

10000 años a. de C.



cada día se necesita menos mano de obra. Las distancias se han reducido gracias a los rápidos medios de comunicación, y las naves espaciales tripuladas se adentran cada día más en el espacio. Sin embargo, la conquista de la Tierra, por el hombre, tiene también sus aspectos negativos. El incremento explosivo de la población convierte en un problema candente el abastecimiento de alimentos. La intervención del hombre, en la naturaleza, ha acarreado graves efectos nocivos, como la destrucción del suelo por el desmonte de los bosques, o el envenenamiento del ambiente por productos residuales. El hombre debe tomar conciencia de que no sólo tiene derecho a aprovechar los recursos de la naturaleza, sino también la obligación de conservarlos para las generaciones venideras.

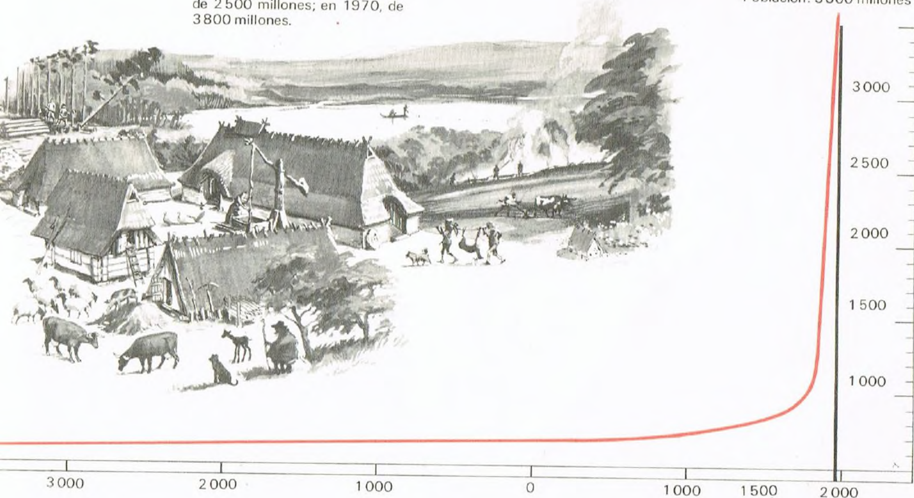


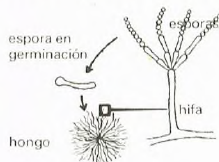


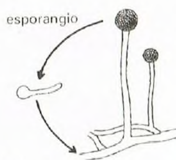
Hoy

Cuando los hombres aprendieron a cultivar plantas y a criar animales, pudieron convertirse en sedentarios y aprovechar, de un modo más eficaz, los recursos de la naturaleza. De esta manera se inició la civilización agraria (ilustrada abajo por una granja medieval) que predominaría hasta aproximadamente el año 1900. Actualmente, la población está concentrada en ciudades y lugares densamente poblados, mientras que la agricultura mecanizada requiere cada vez menos mano de obra (las fotografías de la derecha). Abajo vemos la curva bruscamente ascendente de la población de la Tierra: en 1850 era de 1000 millones; en 1950, de 2500 millones; en 1970, de 3800 millones.









HONGOS Y SETAS

Vegetales sin clorofila

De ordinario, cuando oímos la palabra hongo, pensamos en las setas. Pocos saben que organismos como el moho, la levadura y el tizón son hongos. De hecho, los hongos constituyen un grupo enormemente extendido, con numerosas especies. Sin duda, es el mayor grupo de organismos, después de los insectos. No obstante, hasta hoy, sólo se han descrito 100 000 especies de hongos, en su mayoría, microscópicos.

A diferencia de otros vegetales, los hongos carecen de clorofila. Por ello, no pueden formar sustancias nutritivas, sino que precisan vivir, ya sea *parasitariamente* —en animales y plantas—, o bien *saprofíticamente* —sobre materia orgánica—. Los hongos saprófitos, como las bacterias, desempeñan un importante papel en la naturaleza, por la descomposición que efectúan de los organismos muertos.

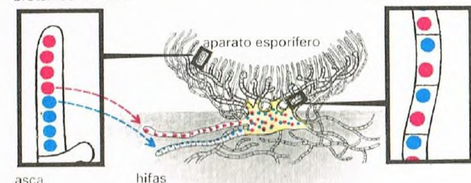
Los hongos son tan distintos de los demás vegetales que, actualmente, muchos investigadores pretenden catalogarlos como un "reino" especial separado de los animales, vegetales y bacterias. Un hongo está compuesto de filamentos, las *hifas*, constituidos por células dispuestas en hilera. Las hifas forman una red, el *micelio*, aparato de nutrición que, en las setas, se desarrolla en el suelo, y constituye la parte permanente del hongo. Los hongos se reproducen por esporas. Estas se forman en los *aparatos esporíferos*, que nacen del micelio y son la parte visible del hongo. Los hongos suelen dividirse en *ficomicetos*, *ascomicetos* y *basidiomicetos*. Algunos

Mohos

Muchos mohos son organismos pluricelulares simples, formados por filamentos ramificados, las hifas, y no poseen aparatos esporíferos. Se reproducen mediante esporas que brotan de las hifas.

Ficomicetos

Los ficomicetos tienen hifas no tabicadas, en forma de largos tallos ramificados. Las esporas se forman en los esporangios. La mayoría de los ficomicetos viven en el agua.



Ascomicetos

El aparato esporífero de los ascomicetos suele tener forma de cápsula, ampolla o esfera, y constituye la parte exterior visible. Las esporas se hallan en sacos, las ascas, y son de dos clases o sexos. Al diseminarse dan origen a hifas de dos tipos que deben fusionarse para que pueda formarse un nuevo aparato esporífero. La colmenilla y la trufa son ascomicetos.



Basidiomicetos

Los basidiomicetos poseen basidios, células protuberantes de las que se desprenden las esporas. También encontramos en ellos dos tipos de esporas e hifas; estas últimas deben unirse para formar un nuevo aparato esporífero.

Hongos por doquier

Los hongos viven en los más diversos medios. En el agua hay ficomicetos, cuyas esporas móviles pueden diseminarse fácilmente. El suelo está repleto de hifas de hongos, y también el aire contiene esporas (principalmente de mohos) que, con frecuencia, constituyen muchas de las partículas diminutas del polvo.

Hongos parásitos

Casi todas las plantas son atacadas por hongos. La roya y el tizón, hongos microscópicos, ocasionan a numerosos cereales graves perjuicios.


esporas de hongos en el aire


royas y tizones en las plantas


setas


hongos en el agua


hongos en el suelo

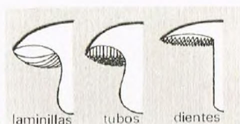
Hongos en campos y prados

La mayoría de los hongos comestibles son basidiomicetos; su parte superior es el sombrerete o sombrilla. Algunas especies crecen en prados y campos abiertos, pero la mayoría de ellos viven en los bosques.

tipos de hongos inferiores carecen de aparatos esporíferos; sus esporas se forman directamente en las hifas; son los llamados *mohos,* que no constituyen un grupo unitario.

Los hongos existen por doquier. Los mohos, en especial, tienen una gran capacidad de dispersión. Algunos de ellos son empleados por el hombre, p. ej., para la preparación de antibióticos y para dar sabor al queso. Sin embargo, muchos son parásitos peligrosos. Entre los ascomicetos, nos son de gran utilidad las levaduras. Otros ascomicetos son la colmenilla, el tizón y el cornezuelo; los dos últimos son parásitos de vegetales. Las royas y tizones, de tamaño microscópico, son parásitos muy nocivos; se trata de basidiomicetos simplificados. Muchos de ellos originan la podredumbre de los árboles y de la madera. Por el contrario, muchos de los hongos más corrientes para nosotros viven en simbiosis (una forma de asociación de la que resulta un beneficio mutuo) con los árboles de los bosques. Las hifas de estos hongos recubren las finas raíces del árbol, tomando de éste elementos nutritivos, y proporcionándole, en compensación, las sustancias nitrogenadas que precisa aquél. Una asociación simbiótica tiene lugar también en los *líquenes,* organismos dobles compuestos por un alga y un hongo.











Los hongos se suelen dividir en tres grandes grupos: ficomicetos, ascomicetos y basidiomicetos. Al último pertenecen los himenomicetos, setas comunes — cuyas esporas se forman en unas laminillas, tubos o dientes del aparato esporífero —, los licoperdáceos, las royas y los tizones.

BASIDIOMICETOS

ASCOMICETOS | FICOMICETOS





Hongos en la industria

Ciertos hongos se emplean en la industria alimenticia y farmacéutica; p. ej., las levaduras sirven para la elaboración de vinos y cervezas; y algunos tipos de mohos, para la preparación de antibióticos.

Hongos en el bosque

Los bosques constituyen el ambiente más propicio para los hongos. Algunas especies viven en árboles y tocones, o sobre restos de vegetales en putrefacción.

El suelo está repleto de hifas de hongos. En el otoño se desarrollan los grandes aparatos esporíferos de muchos ascomicetos y basidiomicetos.



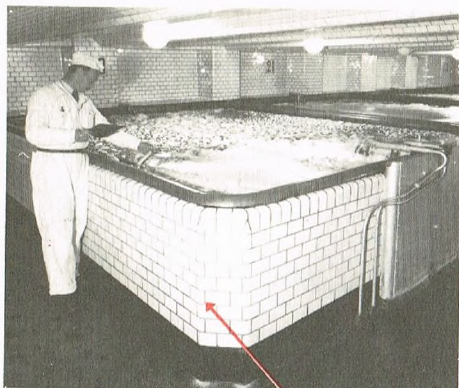






Hongos simbióticos

En ocasiones los hongos pueden beneficiar al vegetal que les proporciona la nutrición. Los filamentos recubren las finas raíces del árbol y le suministran nitrógeno.



En la industria y medicina

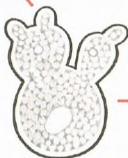
El hombre ha sabido utilizar ciertos tipos de hongos, que hoy constituyen la base de importantes industrias.

El hongo microscópico *Saccharomyces cerevisiae* se emplea para la fabricación de pan y cerveza. Cuando las células de la levadura se encuentran en una solución nutritiva con glucosa pueden vivir sin oxígeno, y generan una enzima que transforma en alcohol y anhídrico carbónico el azúcar. Sin embargo, para crecer y multiplicarse, las células de la levadura precisan oxígeno, con el que forman agua y anhídrido carbónico. En la elaboración de la cerveza se suministra aire a la levadura, de manera que disponga de oxígeno suficiente para reproducirse hasta el grado previsto, elaborando el porcentaje deseado de alcohol. En la panificación, la misión de la levadura es hacer el pan blando y poroso, gracias a la producción de CO_2.

cerveza

Las levaduras

Las levaduras son hongos unicelulares que se multiplican por gemación. Arriba vemos la fermentación del mosto de cerveza, en el que el fermento o levadura descompone la glucosa, formando alcohol y CO_2. En la panificación, la levadura se utiliza para dar porosidad al pan.

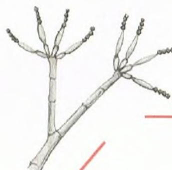




pan

Mohos

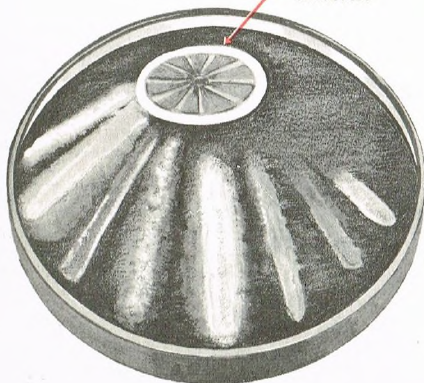
Ciertos hongos del tipo de los mohos generan sustancias que detienen la actividad de las bacterias. Una de estas sustancias, llamadas antibióticos, es la penicilina, formada por un moho perteneciente al género **Penicillium**. Algunos mohos son utilizados para la maduración de quesos, como en el caso del Roquefort.





queso

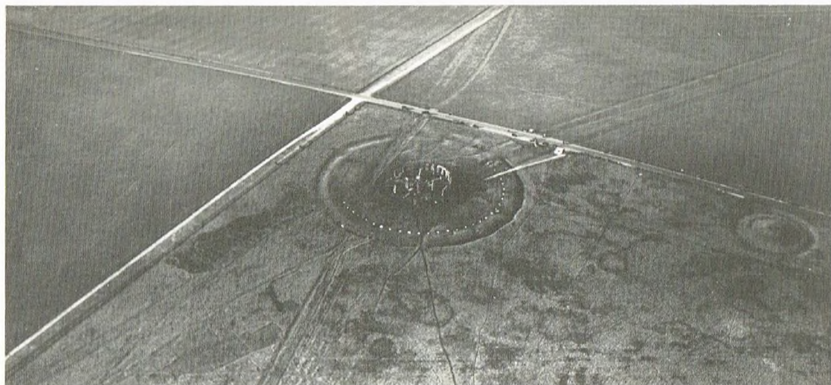
antibióticos



La ilustración de la izquierda muestra el efecto de los antibióticos. En una placa con agar-agar se han cultivado hongos formadores de penicilina, que constituyen colonias circulares, y en el resto de la placa, hileras de bacterias patógenas. Podemos ver cómo el crecimiento de ciertas bacterias se ha detenido en la proximidad del hongo.

La preparación de la penicilina se realiza con grandes precauciones y empleando modernas técnicas de esterilización (abajo).





Los «corros de brujas»

La fotografía aérea adjunta muestra un monumento prehistórico, de carácter religioso – en Stonehenge (Inglaterra) –, formado por dos círculos megalíticos. Sin embargo, para nosotros lo interesante de esta zona es la abundancia de los llamados «corros de brujas» que cubren el prado. Se trata de círculos de setas que se hallan situados entre hierba alta, en torno a un césped, de menor altura, que parece como si hubiera sido pisado. Antiguamente se creía que en dichos círculos se reunían las brujas. No obstante, la explicación es más sencilla. En muchas setas el micelio crece por igual en todas direcciones, pero muere en las zonas viejas. Por tanto, los nuevos aparatos esporíferos, los «sombrerillos», nacen del micelio, formando un círculo, y en esta zona los pastos son lozanos, debido a que en ella es muy elevado el contenido de nitrógeno. Por el contrario, en los sitios en los que el micelio ha muerto ya, el suelo está yermo.



Los mohos del género *Penicillium* son muy comunes. Algunos se utilizan en la fabricación del queso, al que hacen madurar y dan un sabor característico. Estos hongos se hicieron famosos en 1929, cuando A. Fleming descubrió los efectos antibacteriológicos de la penicilina. Esta es una de las sustancias que se forman en los cultivos de ciertas especies de *Penicillium.* Después de la Segunda Guerra Mundial, empezó a utilizarse eficazmente en la lucha contra enfermedades infecciosas. Hoy en día, a partir de distintas especies de hongos se han obtenido numerosos antibióticos.

Sin embargo, desde muy antiguo los hongos se han utilizado en la medicina popular. Su forma característica y su repentina aparición han dado origen a ideas fantásticas. Un ejemplo de ellas es el llamado "corro de brujas", fenómeno cuya causa ya se conoce (ver ilustración).

Para ciertos pueblos de Centroamérica, los hongos tienen un significado especialmente importante. Algunos hongos que contienen sustancias alucinógenas se ingieren con motivo de ceremonias religiosas, y se les rinde culto, como si se tratara de divinidades. Estas sustancias han podido ser aisladas, y quizás, en el futuro, sean empleadas para el tratamiento de enfermedades mentales.





Hongos «sagrados»

Desde antiguo los indios de Centroamérica han rendido culto a los hongos, considerándolos divinidades. Arriba aparece la estatuilla, en piedra, de un hongo, con una divinidad en su pie. Entre los indios de México los curanderos comen, en ceremonias religiosas, hongos que producen alucinaciones; estos hongos se usan también contra enfermedades. De ellos se ha aislado una sustancia, la psilocibina, que puede tener aplicación en medicina.

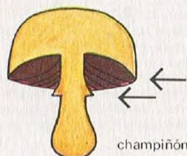


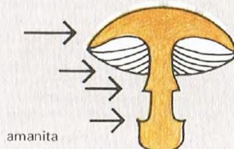
Champiñones

Entre los hongos comestibles, el champiñón es uno de los más apreciados (arriba). A la derecha aparecen un champiñón, y una seta del género de las amanitas, que tienen un ligero parecido. Ambos poseen en torno al pie un anillo. La amanita tiene además, en su base, una funda (volva), y, en el sombrerillo, restos de una cobertura. Sus laminillas son blancas, mientras que en el champiñón son rosadas o negras. Existen también especies no comestibles de champiñones.

Los hongos como alimento

Ya en la antigua Roma, las setas eran apreciadas como un manjar delicado. Se consumía, sobre todo, la amanita de los césares, una seta de color rojo anaranjado, que todavía es uno de los hongos más apreciados en el sur de Europa. En la cocina francesa se han empleado desde antiguo setas comestibles. El cultivo de champiñones empezó a efectuarse en Francia, en el siglo XVII. El cultivo a escala industrial ha convertido al champiñón, ya fresco, ya en conserva, en un artículo accesible durante todo el año. Este cultivo requiere cuidados minuciosos y el control de la humedad del aire y de la temperatura ambiental. Se realiza en terreno especialmente preparado con estiércol quemado, o compuestos sintéticos, mezcla-



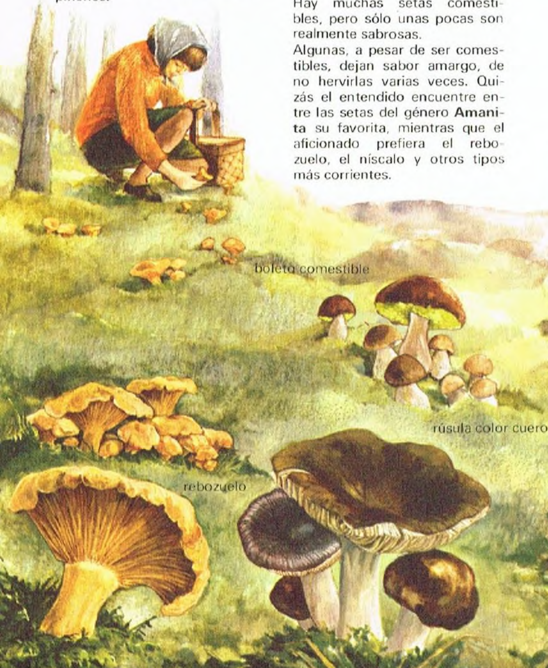


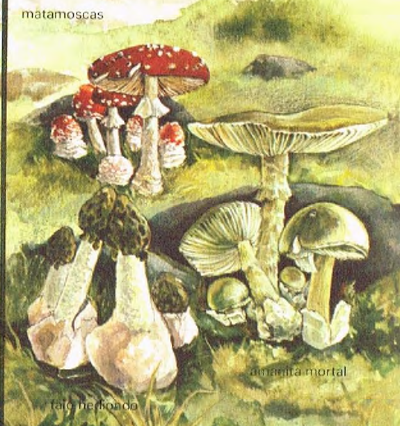
Setas comestibles

Hay muchas setas comestibles, pero sólo unas pocas son realmente sabrosas.
Algunas, a pesar de ser comestibles, dejan sabor amargo, de no hervirlas varias veces. Quizás el entendido encuentre entre las setas del género **Amanita** su favorita, mientras que el aficionado prefiera el rebozuelo, el níscalo y otros tipos más corrientes.

Setas venenosas

Las setas venenosas que pueden ocasionar la muerte son muy pocas: merecen citarse las amanitas y, entre éstas, se considera que la **Amanita phalloides** es la más peligrosa. El entoloma lívido, también muy venenoso, es, por fortuna, bastante raro en nuestros bosques. Las muertes por envenenamiento con hongos son relativamente escasas.





do con micelios obtenidos de cultivos en laboratorios. Los champiñones, al ser saprófitos, no necesitan luz, y su cultivo se realiza en sótanos o túneles. La predilección que los consumidores muestran por ejemplares de color blanco puro —recogidos antes de que los sombrerillos se hayan desarrollado totalmente— es de lamentar, ya que el aroma se encuentra principalmente en las laminillas y es mucho más intenso en los champiñones desarrollados.

Entre las setas, las especies realmente sabrosas apenas si son otras que las que el aficionado sabe reconocer. En el grabado de la parte inferior podemos ver algunas de ellas. A pesar de que son raras las setas venenosas, los principiantes temen siempre confundirse. La popularidad del *níscalo* o *rovellón* se debe, en buena parte, a que es difícil confundirlo con especies venenosas. En principio, deben evitarse los hongos del género *Amanita,* comestibles algunos de ellos, pero, en su mayoría, venenosos —y aun mortales—, como la *Amanita phalloides,* cuyos efectos tóxicos no aparecen hasta muchas horas, o incluso un día entero, después de haberlo ingerido.

Las setas no son el único hongo comestible. La *trufa,* que crece en el subsuelo, constituye un manjar apreciado, amén de emplearse como condimento para muchos platos. Pertenece, al igual que la estimada colmenilla, al grupo de los ascomicetos. La mayoría de las setas de la familia de la colmenilla son venenosas, pero pueden ingerirse una vez hervidas o desecadas.



El cultivo de champiñones

El cultivo de champiñones nació en Francia y pronto se extendió a otros países. En muchos sitios se efectúa a escala industrial. En un lecho de estiércol especialmente tratado se siembran micelios y, tras un período de 4 a 6 semanas, está lista la primera cosecha. Los champiñones se recogen antes de que los sombrerillos estén completamente desarrollados. Véase, en la parte superior, una fotografía tomada en los cultivos de Fammarp.

Setas comestibles

Abajo vemos otras sabrosas setas comestibles. Los **pies de rata** y el **bejín** son, como las **setas de sombrerillo,** basidiomicetos, mientras que las colmenillas y las trufas son hongos ascomicetos. Las trufas crecen bajo tierra y se las suele buscar con ayuda de cerdos o perros. Se usan a menudo como especia, p. ej., en el foie gras.

trufa
pie de rata
amanita de los césares
tricoloma violeta
lengua de gato
níscalo o rovellón
bejín



Hongos dañinos

Los hongos, merced a que con ayuda del aire pueden esparcir sus esporas, se hallan notablemente diseminados, encontrándose prácticamente en todas partes. Por carecer de clorofila, deben vivir como parásitos o saprófitos. Entre ellos se encuentran muchas especies perjudiciales; combatirlas exige grandes sumas. Entre los más nocivos se cuentan las *royas* y *tizones*, que atacan, entre otras plantas, el trigo. Las royas tienen, a menudo, un desarrollo complicado, siendo parásitos de distintos vegetales durante su ciclo biológico. La roya del trigo vive alternativamente en éste y en el agracejo. En gran parte de Europa se la combate mediante la destrucción del agracejo.
Las hortalizas y los frutales están muy expuestos al ataque de los hongos, entre otros al de los *mohos de las hojas y frutos*. La *tiña* o *negrilla* ataca las hojas del peral y manzano, pasando luego a los frutos, en cuya piel forma manchas oscuras. Las verduras, frutas y otros alimentos se echan a perder fácilmente, debido a la acción de mohos pertenecientes a los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*, cuyas esporas se encuentran normalmente en el aire. A estos hongos les favorece especialmente el aire húmedo: en los trópicos es casi imposible defenderse de ellos.



El moho de la patata

El peor enemigo del cultivador de patatas es el moho de la hoja de la patata. En los años 1845-46, en Irlanda, donde las clases sociales pobres vivían casi exclusivamente de las patatas, se padeció una plaga devastadora ocasionada por este hongo. El hambre y las enfermedades provocados por la plaga aniquilaron un millón de personas. Gran parte de la población emigró a América. Actualmente la población de Irlanda es todavía inferior a la que había antes de 1845.





El moho de los frutos

La fruta – sobre todo si está dañada o mal cuidada – es atacada fácilmente por varios tipos de mohos. La pera que aparece en la ilustración ha sido atacada por un moho blanco. El micelio del hongo forma pequeños «cojines» que, en típicos anillos concéntricos, se extienden por la superficie del fruto.

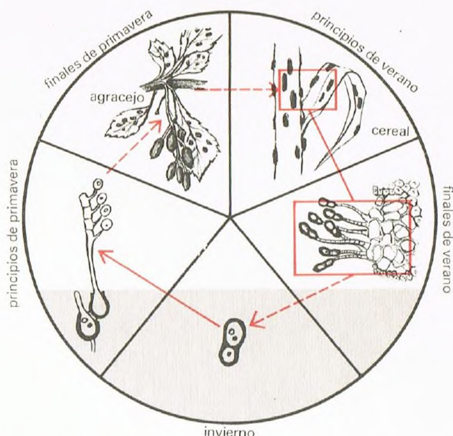
Hongos dañinos para los cereales

Los hongos parásitos del trigo ocasionan enormes daños. El centeno puede ser atacado por el cornezuelo – representado aquí en la fase de vida latente –, cuyo micelio adquiere una conformación negra y dura. Este hongo contiene ergotamina, un veneno que dilata los vasos sanguíneos. El micelio del tizón crece en los granos y el tallo de los cereales. El tizón o carbón del trigo ataca a este cereal. Las esporas constituyen el llamado «carbón», especie de manchas parecidas al hollín.



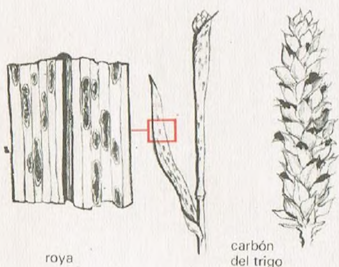
cornezuelo

Las distintas especies de *políporos* ocasionan la podredumbre de los árboles. Sus esporas penetran a través de zonas dañadas de la corteza. El micelio se introduce en el tronco y desarrolla los aparatos esporíferos adosados al árbol. El control y la lucha contra las enfermedades de las plantas reviste una importancia básica para la agricultura. En general, las medidas preventivas son las más efectivas y las más fáciles de llevar a cabo. Es corriente el tratamiento de granos y semillas, por medio de *compuesto de mercurio,* y el rociado con distintos tipos de productos protectores, *los fungicidas.* Se comprende fácilmente la importancia del tratamiento de las semillas, puesto que un solo grano de trigo, atacado por el tizón, puede producir 200000 esporas. Sin embargo, el empleo de fungicidas y compuestos de mercurio puede convertirse en un arma de dos filos, ya que se ha demostrado acarrea efectos nocivos para toda la naturaleza. El *cambio de cultivos,* el *tratamiento de tierras* y *el exterminio de las plantas que sirven de huéspedes a los hongos, en su ciclo,* son otros métodos de lucha contra los hongos dañinos. Los investigadores intentan también producir nuevas especies resistentes a ellos. El inconveniente es que, a menudo, los hongos tienen la capacidad de superar esta resistencia, formando, a su vez, nuevas especies.



Ciclo biológico de la roya

Las royas atraviesan, en su ciclo biológico, distintas fases, durante las cuales parasitan diversos vegetales. La roya del trigo vive alternativamente en los cereales y en el agracejo. Por tanto, la destrucción de los agracejos constituye un sistema efectivo de obstaculizar la diseminación de este hongo. Aparece, a principios del verano, en el tallo y las hojas del cereal, en forma de manchas amarillentas. Posteriormente, se forman esporas más oscuras que invernan en el suelo y, durante la primavera siguiente, se desarrollan, produciendo unos basidios con esporas, las cuales infectan esta vez el agracejo. De este arbusto vuelve a pasar al cereal.



Hongos dañinos en el bosque

Los árboles de los bosques son atacados por gran número de hongos parásitos. En un bosque descuidado pueden verse, en los troncos de los árboles, distintos tipos de políporos. Ocasionan graves podredumbres en la madera. Uno de los peores es la llamada armilaria color de miel, que, según se cree, ocasiona en Europa más pérdidas económicas que ningún otro parásito de vegetales.

edil s.r.l.